



Universidade Federal de Sergipe



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**TECNOLOGIA NUCLEAR E APLICAÇÕES: RESSIGNIFICAÇÕES DOS
CONCEITOS COM O USO DE MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO
PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MAGDA DIAS DE OLIVEIRA SANTOS

SÃO CRISTOVÃO-SE
AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**TECNOLOGIA NUCLEAR E APLICAÇÕES: RESSIGNIFICAÇÕES DOS
CONCEITOS COM O USO DE MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO
PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO.**

MAGDA DIAS DE OLIVEIRA SANTOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação UFS, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof.º Dr. José Osman dos Santos

SÃO CRISTOVÃO-SE
AGOSTO DE 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Magda Dias de Oliveira

Tecnologia nuclear e aplicações: Resignificações dos conceitos com o uso de material potencialmente significativo para estudantes do ensino médio.

/ Magda Santos – São Cristóvão: UFS, p.112, 2017.

Orientador: Prof. Dr. José Osman dos Santos

Dissertação (mestrado) – UFS / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.

Referências Bibliográficas: f. 49-50.

1. Ensino de Física. 2. Tecnologia Nuclear e suas Aplicações. 3. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). 4. Aprendizagem significativa. I. Santos, Magda Dias de Oliveira Santos II. Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Tecnologia nuclear e aplicações: Resignificações dos conceitos com o uso de material potencialmente significativo para estudantes do ensino médio.

Dedicatória

Dedico este trabalho em especial ao meu filho Vitor e ao meu esposo Francisco pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a DEUS pela perseverança para que eu chegasse aqui.

Ao meu orientador Osman pela dedicação, paciência e pela colaboração na feliz escolha do tema trabalhado.

Agradeço a todos os colegas e gestores do Colégio Estadual Sílvia Romero, os quais não mediram esforços para a realização do mesmo. Aos alunos que participaram, meu muito obrigada pelo comprometimento.

Agradeço aos meus pais pela educação que me proporcionaram, em especial a minha mãe a qual cuidava do meu filho durante minha ausência.

Ao meu marido e companheiro pela paciência durante toda essa caminhada, sem você eu não teria conseguido finalizar.

Aos colegas de mestrado, pelos momentos agradáveis que passamos e pelas trocas de conhecimentos. Muito obrigada pelas palavras de apoio, para que continuasse perseverante nesse projeto. Vocês foram essenciais!

E a todas as pessoas, que de forma positiva ajudaram a construir este trabalho, demonstrando sinceridade e apoio nesta etapa tão importante da vida de um acadêmico.

RESUMO

A proposta deste trabalho foi elaborar um produto educacional com abordagem à temática da Tecnologia Nuclear e suas Aplicações no contexto da Educação Escolar, dentro de uma visão holística, proporcionando o desenvolvimento de uma proposta pedagógica que viabilize a transposição didática do conhecimento científico. Dentro desta perspectiva, foi feito o uso recursos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), tais como Hipermídias, recurso que permitiu a interação com diversas informações relacionadas com a temática, partindo dos conhecimentos pré-existentes, com intuito de observar as representações sociais de alunos da segunda série do ensino médio, a respeito da Tecnologia Nuclear e suas aplicações. Estimulou uma reflexão e buscaram-se soluções favoráveis para um futuro ambientalmente sustentável, despertando o interesse para o ensino de ciências, permitindo a sua alfabetização científica. Inicialmente foi feita uma investigação sobre o que se entende por Tecnologias Nucleares, através de debates, abordando pontos positivos e negativos, leitura de textos, uso de vídeos e apresentações dialogadas sobre o tema. Essa interação e esse diagnóstico, segundo a teoria de Ausubel da aprendizagem significativa, possibilitou ao aluno construir seu próprio conhecimento, estabelecendo conexões das situações do cotidiano com o conhecimento científico abordado em sala de aula. Também, foi apresentado o conteúdo através artigos científicos e simulações, mostrando sua origem e aplicabilidade através de material lúdico proporcionando maior motivação em aprender os conceitos relativos à energia nuclear e suas tecnologias, bem como sua importância para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental de um país. Foram apresentadas situações problemas, de maneira a estimular as ressignificações de conceitos, e seguindo de uma verificação da aprendizagem. A partir do trabalho desenvolvido, foi elaborado um caderno com a proposta pedagógica, contendo sugestões de textos, simuladores, vídeo instrucional, atividades didáticas, representando um material potencialmente significativo, que pôde ser utilizado na alfabetização científica de estudantes da educação básica, para estimular a transposição didática de saberes da área nuclear e suas aplicações.

Palavras-chave: Ensino de Física, Tecnologia Nuclear, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The proposal of this work was to make educational product that approach the theme of Nuclear Technology and its Applications in the context of School Education, within a holistic vision, providing the development of a pedagogical proposal that enables the didactic transposition of scientific knowledge. In this perspective, the use of Information and Communication Technologies (ICTs) were used, such as Hypermedia, a resource that allowed the interaction with various information related to the subject, starting from the pre-existing knowledge, with the purpose of observing the social representations About Nuclear Technology and its applications. It was intended to stimulate a reflection and search for solutions favorable to an environmentally sustainable future, awakening this student to the teaching of sciences, allowing their scientific literacy. Initially an investigation was done about the Nuclear Technologies means, through debates, addressing all the positive and negative points, reading texts, using videos and presenting dialogues on the subject. This interaction and this diagnosis, according to the Ausubel theory, allowed the student to construct his own knowledge, establishing connections of the everyday situations with the scientific knowledge addressed in the classroom. Also, the content was presented through scientific articles, simulations and applets, showing its origin and applicability through play material providing greater motivation to learn the concepts of nuclear energy and its technologies, as well as its importance for the socioeconomic and environmental development of a country. Problems were presented in order to stimulate the re-signification of concepts, followed by a verification of learning. From the work developed, a notebook was prepared with the pedagogical proposal, containing suggestions of texts, simulators, instructional videos, didactic activities, constituting a potentially significant material that could be used in the scientific literacy of students of basic education, especially for to stimulate the didactic transposition of nuclear and special knowledge and its applications.

Keywords: Physics Teaching, Nuclear Technology, meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa conceitual para a teoria da aprendizagem significativa	19
Figura 2: Resumo dos tópicos trabalhados no caderno de Tecnologia Nuclear e Suas Aplicações	20
Figura 3: Aula expositiva dialogada.....	29
Figura 4: Atividade proposta.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Trabalhos publicados, artigos e revistas.....	21
Tabela 2: Cronograma de aulas.....	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos 1 – Resultado da questão do pré-teste	1	32
Gráficos 2 – Resultado da questão do pré-teste	2	33
Gráficos 3 – Resultado da questão do pré-teste	3	34
Gráficos 4 – Resultado da questão do pré-teste	4	34
Gráficos 5 – Resultado da questão do pré-teste	5	35
Gráficos 6 – Resultado da questão do pré-teste	6	36
Gráficos 7 – Resultado da questão do pré-teste	7	36
Gráficos 8 – Resultado da questão do pré-teste	8	37
Gráficos 9 – Resultado da questão do pré-teste	9	38
Gráficos 10 – Resultado da questão do pré-teste	10	38
Gráficos 11 – Resultado da questão do pré-teste	11	39
Gráficos 12 – Resultado da questão do pré-teste	12	40
Gráficos 13 – Resultado da questão do pré-teste	13	40
Gráficos 14 – Resultado da questão do pré-teste	14	41
Gráficos 1 – Resultado da questão do pós-teste	1	42
Gráficos 2 – Resultado da questão do pós-teste	2	43
Gráficos 3 – Resultado da questão do pós-teste	3	43
Gráficos 4 – Resultado da questão do pós-teste	4	44
Gráficos 5 – Resultado da questão do pós-teste	5	45
Gráficos 6 – Resultado da questão do pós-teste	6	46
Gráficos 7 – Resultado da questão do pós-teste	7	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Aprendizagem significativa de Ausubel.....	15
3.2 Mapa Conceitual: Mecanismo facilitador da aprendizagem e na interação do conhecimento	18
3.3 Revisão da Literatura.....	20
3.4 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS.....	22
4 METODOLOGIA	27
4.1 Metodologia para desenvolvimento de sua pesquisa.....	27
4.2 Sequência Didática	27
5 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	31
5.1 Análise de Dados do Pré-Teste: Questionário de Tecnologia Nuclear	31
5.2 Análise dos Dados e Discussão dos Resultados do Pós-Teste	40
5.3 Avaliação feita pelos Alunos.....	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
APÊNDICES	51
GLOSSÁRIO	54

1 INTRODUÇÃO

Apesar do amplo desenvolvimento de novas metodologias para o ensino e a aprendizagem das Ciências Físicas, tendo em vista o crescimento significativo de discussões e publicações relacionadas com o Ensino de Física, ainda persiste uma apatia dos atores presentes nas instituições de ensino formal pelos conteúdos dessa disciplina. Em especial, nas escolas públicas, onde os recursos instrucionais são escassos ou inexistentes, essa problemática pode está associada com o emprego de metodologias de ensino, tradicionais e sem muito significado com a realidade do discente, de maneira que se faz necessário inserir o ensino de Ciências contextualizado, localizando a aprendizagem das Ciências Físicas como elemento importante para formação do cidadão, transformando o indivíduo para que o mesmo efetive sua alfabetização científica.

Diante desse cenário os conceitos relacionados à energia nuclear e suas tecnologias constituirão o foco de estudo, buscando desenvolver técnicas de ensino inovadoras, através da utilização da sequência didática favorável, *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* (UEPS) Moreira (2010), para despertar o interesse e motivar esses alunos do segundo ano do ensino médio a ressignificarem os conceitos correlacionados com a constituição do núcleo atômico, suas transformações e tecnologias associadas, dentro de uma perspectiva sócio-econômica-ambiental.

Considerando a importância dos conceitos que envolvem a física nuclear e suas aplicações na Educação Básica, faz-se necessário conhecer as representações sociais dos discentes sobre a temática abordada, para nortear as práticas pedagógicas. Isso porque na maioria dos livros de física esse conteúdo é pouco discutido e a grande dificuldade de ensinar física moderna no ensino médio. Pensando nesse contexto, surgiu a motivação de desenvolver um material potencialmente significativo, capaz de despertar o interesse dos alunos de forma lúdica e mostrar importância do conhecimento físico.

Esse acúmulo de informações científicas aumenta o letramento científico desses estudantes, formando cidadãos mais críticos e conscientes, favorecendo o desenvolvimento social de um país. Isso permitirá que conceitos errôneos sejam ressignificados e favoreça na reestruturação cognitiva do aluno, o que facilita no processo ensino e aprendizagem.

Nesse processo, o professor-mediador, utilizou-se um caderno, podendo assim transitar por diversas informações associadas, contribuindo para construção de conhecimentos,

e fazer a transposição didática do saber científico para uma linguagem informal, acessível ao aluno. O trabalho é um produto constituído de aulas mais interativas e significantes, fazendo uso da temática da Tecnologia Nuclear e suas aplicações como tema gerador para discutir as questões nacionais, envolvendo aplicações das tecnologias nucleares na Medicina, Agricultura, Meio Ambiente, Indústria, entre outros temas transversais importantes para formação do sujeito crítico.

Ao confrontar-se com a realidade da educação contemporânea, onde os índices de evasão e reprovação tornam-se maiores a cada ano, fruto do ensino tradicionalista e excludente. Se faz necessária uma reflexão acerca da ressignificação dos conceitos físicos, tendo em vista que atribuir um novo significado as dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de ensino e aprendizagem é uma necessidade primordial e urgente para melhoria na educação.

E quando o foco é fazer o aluno aprender, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2010), diz que o aprendiz tem que ter predisposição em aprender, isso facilita a interação e a reorganização em sua estrutura cognitiva, deixando as práticas de ensino tradicionalistas desfocadas e não inserir conteúdos de forma arbitrária, sem que haja correlação com sua vida cotidiana e social. Tendo em vista que é grande a diversidade de fatores que influenciam na aprendizagem, busca-se focar justamente nos pontos mais relevantes e que estão ligados à estrutura cognitiva dos discentes, para que essa aprendizagem seja bem-sucedida. Para ressignificação desses conceitos a teoria de Ausubel, da aprendizagem significativa é de extrema importância, onde o conhecimento existente no aluno será ancorado no novo conhecimento.

A clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao já existente que, por sua vez, adquire novos significados fica mais estável, mais diferenciado, mais rico, mais capaz de ancorar novos conhecimentos. (MOREIRA, 2010, p.09).

Dessa forma Moreira afirma que se existem subsunções na estrutura do discente, o conhecimento é facilmente absorvido, dando-lhe possibilidade de ancorar muitos outros conhecimentos com maior nível de complexidade, assim está estruturado o caderno com abordagens da Física Nuclear. A fim de melhorar o ensino da física moderna no ensino médio, inserir tópicos e ressaltar a importância dessa temática na formação do cidadão, que

fundamentou-se a produção desse trabalho, buscando alfabetizar os discentes de modo a despertá-lo para pesquisa científica, e tornado-o um sujeito crítico e consciente.

Busca-se, então, despertar o interesse dos alunos para o estudo da ciência e suas tecnologias. Fazendo o uso de suas representações sociais, o discente pode ter explicações sobre esses fenômenos físicos e assim a ressignificação de conceitos e a construção do conhecimento científico.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Elaborar um produto educacional constituído de caderno, contendo sequência didática baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, fazendo uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC's), textos e hiperlinks, como uma proposta pedagógica, relacionados a Tecnologia Nuclear e suas aplicações.

Objetivos específicos

- i. Propiciar a transposição didática do conhecimento científico relacionado à Tecnologia Nuclear;
- ii. Desmitificar a ideia que transformações nucleares são somente destrutivas, identificando as representações sociais das tecnologias nucleares e ressignificando os seus conceitos e aplicações;
- iii. Contribuir para alfabetização científica dos alunos e despertar o interesse da comunidade escolar para o ensino por meio da pesquisa;
- iv. Mostrar de forma lúdica e interativa os principais processos nucleares, usando simuladores e jogos, seguidos por devida instrução em meio digital;
- v. Contribuir para que os alunos conheçam sobre a importância da energia nuclear e suas aplicações para ao desenvolvimento social de um país.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aprendizagem significativa de Ausubel

Partindo das variáveis mais importantes da aprendizagem significativa, é que construímos alicerces capazes de efetivar a internalização dos conhecimentos envolvendo energia nuclear e suas tecnologias. Para Moreira (2010), a aprendizagem se caracteriza pela interação de conhecimentos novos e prévios, existentes na estrutura cognitiva de cada aluno, os quais são chamados de subsunçores, são esses saberes especificamente relevantes, para a aprendizagem de outros conhecimentos.

Quando os alunos esquecem parte desses conteúdos aprendidos, não significa que eles não aprenderam ou esqueceram tudo, mas sim houve uma perda de diferenciação de significados, os quais, segundo Moreira (2010), são denominados como assimilação obliteradora, essa dissociação de informações resulta na modificação dos conhecimentos prévios do sujeito.

Ausubel pressupõe princípios que norteiam a organização de ideias e possível formação do conhecimento. Os processos principais são ditas por ele como *diferenciação progressiva*, de acordo com DAMASIO e TAVARES (2013), esse princípio de Ausubel parte de ideias gerais, para depois serem apresentadas as ideias mais específicas. O segundo princípio é a reconciliação integradora, nessa acontece uma dinâmica na estrutura cognitiva do sujeito, com o intuito de integrar significados e ordenar o conhecimento aprendido.

Para que a aprendizagem seja efetivada mais rapidamente, Moreira (2016) fala sobre a visão ausubeliana, onde os subsunçores são peças chaves para a assimilação dos conteúdos apresentados em sala de aula.

A aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não-arbitrária e não-literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2016,p.8)

Nesse contexto, foi preciso utilizar técnicas de ensino capazes de transformar o conhecimento em algo prazeroso e significativo.

De acordo com Moreira (1999) apud Ausubel (2001),

...a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona com algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo de maneira não literal e não arbitrária. Ocorre uma interação entre a nova informação e a estrutura cognitiva do sujeito. A informação já existente serve de ancoradouro para a nova informação e a aprendizagem significativa vai ocorrer quando a nova informação se ancorar na pré-existente. (MOREIRA, et al., 1999, p.26)

E quando o aluno não possui subsunçores, esse tem condições de obter algum conhecimento? Sim pois essas novas informações servirão como novos subsunçores, para assim outras informações sejam ancoradas e um novo conhecimento formado.

Uma resposta plausível é que, segundo Novak (1977a), a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire novas informações em uma área de conhecimento que lhe é completamente nova. Isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento nessa área, relevantes a novas informações em uma mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. (MOREIRA, 2016 ,p.13)

Cabe aqui destacar que nem toda aprendizagem mecânica se torna uma aprendizagem significativa, segundo Moreira (2010, p.12), baseada nas concepções de Ausubel, essa aprendizagem pode se tornar significativa se o indivíduo não possuir subsunçores em sua estrutura cognitiva, pois o conhecimento ali inserido é novo, podendo assim ser internalizado caso o aluno queira aprender.

Portanto, estratégias de aprendizagem mecânica não são tão eficazes, comparadas a metodologias voltadas a interação cognitiva do aluno com sua realidade e com concepções formadas no decorrer da sua formação escolar.

É constatado que o conhecimento prévio na concepção de Ausubel é fator determinístico, para reestruturação das informações, dissociando saberes que não são relevantes para um fim específico. Segundo as sinalizações descritas acima é possível trabalhar conceitos nucleares, numa perspectiva inovadora, buscando sempre transformar ideias não compatíveis com o estabelecido nas comunicações científicas.

Esse é um dos objetivos da inserção dos conceitos físicos na formação básica dos cidadãos, como mostra argumentação abaixo:

A grande parte dos alunos de Ensino Básico não vai estudar Física mais tarde. Com isto em vista, não faz sentido ensinar Ciências como se estes alunos fossem cientistas em potencial, deve-se ensinar Física para que eles sejam

capazes de exercer sua cidadania, possibilitando sua melhor compreensão do mundo e da tecnologia que marca cada vez mais presença em nossa sociedade.” (DAMASIO, TAVARES, et al, p. 25)

Para propor inovações no ensino, é imprescindível a utilização de novas metodologias para potencializar o conhecimento científico e desmitificar diversos conceitos errôneos relacionados à física que estão presentes em nossa sociedade. Para os discentes, em sua maioria, esses conceitos e questionamentos ainda são mais recorrentes na primeira série do ensino médio, visto que é nesse momento que os conteúdos são intensificados.

As representações sociais estão relacionadas às concepções que as pessoas têm sobre um determinado tema, ou seja, o senso comum, onde estão incluídos os preconceitos. Nelas podem ser encontrados os conceitos científicos como foram aprendidos e interiorizados pelos grupos de indivíduos. (CARDOSO, COSTA, 2012, p. 402)

As representações sociais são relevantes, pois são a partir delas que é identificado quais os conceitos existentes em cada indivíduo, sejam eles errôneos ou não, que envolvem a temática abordada sobre tecnologia Nuclear e suas Aplicações, buscando assim uma formação de conhecimento comum entre os estudantes da educação básica. A representação social desses alunos, permeia o cotidiano de cada um, suas crenças, opiniões e em qual grupo social estão inseridos, o conjunto desses elementos são formadas as concepções da realidade de cada indivíduo.

...representações sociais construídas em torno do uso da energia nuclear, nos obriga a perceber como essas representações foram gestadas em outro momento da história, permanecendo armazenadas no imaginário social, sendo reativadas a cada acontecimento que envolve o uso da energia nuclear...(CHAVES Elza, p. 03)

Assim, as representações sociais desses discentes podem ser reestruturadas e seus subsunçores reorganizados no decorrer do processo ensino aprendizagem. Para isso, é preciso um ensino dinâmico, onde esse desperte a atenção dos alunos e facilite o ensino-aprendizagem, se faz necessária a aplicação de aulas interativas e simulações computacionais, porém muitas escolas não possuem suporte técnico e espaços físicos para que tais ações sejam realizadas e se atinjam os objetivos propostos. Desse modo, será necessário desenvolver ideias simples e aplicáveis de acordo com a realidade de cada discente, essa metodologia favorece para que esse

se torne crítico e interessado em conhecer e diagnosticar os diferentes conceitos físicos presentes em sua vida, de forma dinâmica e prazerosa.

Isto nos coloca diante de um enorme dilema, qual seja, como ensinar uma ciência que consideramos importante para a formação da cidadania, quando os jovens, futuros cidadãos, não a apreciam e nem a consideram relevante. (TERRAZAN, p. 2, 1997).

Portanto, a abordagem da aprendizagem significativa, resulta na aquisição de novos conhecimentos, a partir de subsunçores existentes em cada indivíduo e que esse externalize suas dificuldades para captar informações específicas, com isso pode-se criar situações-problemas e assim reestruturar as ideias que não se adéquam com o estudo de determinada área do conhecimento. É importante estudar ciência, para recuperar no aluno o espírito crítico, investigador e interessado em adquirir novos conhecimentos, e a temática Tecnologia Nuclear e suas Aplicações, é um dos pontos importantes nesse processo de ensino aprendizagem.

Essa vertente nos mostra a relevância de estudar a ciência nuclear, onde fica explícito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) é de extrema importância expor os conhecimentos da física nuclear na educação básica, mostrando onde a radioatividade está presente em nossa vida, e que as transformações nucleares trazem vantagens surpreendentes na qualidade de vida e para desenvolvimento social e econômico de um país. (PCNs: Ensino Médio+, 2000).

3.2 Mapa Conceitual: Mecanismo facilitador da aprendizagem e na interação do conhecimento

O mapa conceitual é instrumento que norteia, organiza, reconcilia, integra e diferencia conceitos. A partir dele o aluno visualiza toda a temática, sendo assim, explicada pelo professor mediador. Sequencia todos os conceitos do mais geral ao mais específico, ordenando a estrutura cognitiva e facilitando a aprendizagem.

Segundo Schroeder e Wendt, utilizar mapas conceituais está além de organizar conceitos, esse é um recurso motivacional para efetivar a aprendizagem.

Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. São utilizados para auxiliar a ordenação e a sequência hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao estudante. (SCHROEDER e WENDT, p. 73, 2010)

Na figura 1, temos em síntese o mapa conceitual da teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel, nele pode-se observar os principais conceitos que representam essa temática.

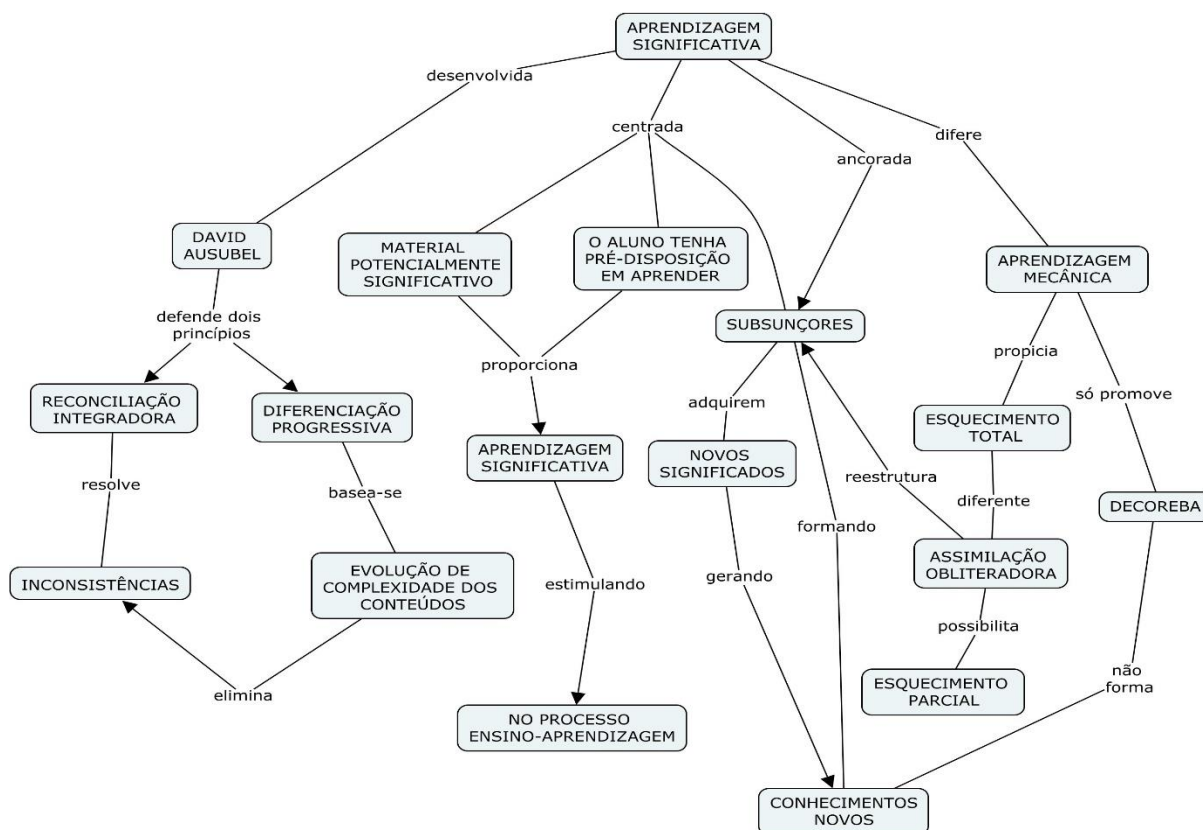


Figura 1: Mapa conceitual para a teoria da aprendizagem significativa.

Na figura 2, está a diagramação dos conteúdos mais relevantes do produto desenvolvido, nele é possível visualizar de forma geral como o caderno está distribuído, a ligação dos conceitos e a sequência hierárquica. Essa organização foi baseada em um dos principais princípios de Ausubel, (MOREIRA, p.5, 2010,) que é a diferenciação progressiva, onde o conhecimento é apresentado e relacionado com o subsúncores dos discentes, facilitando a aprendizagem significativa.

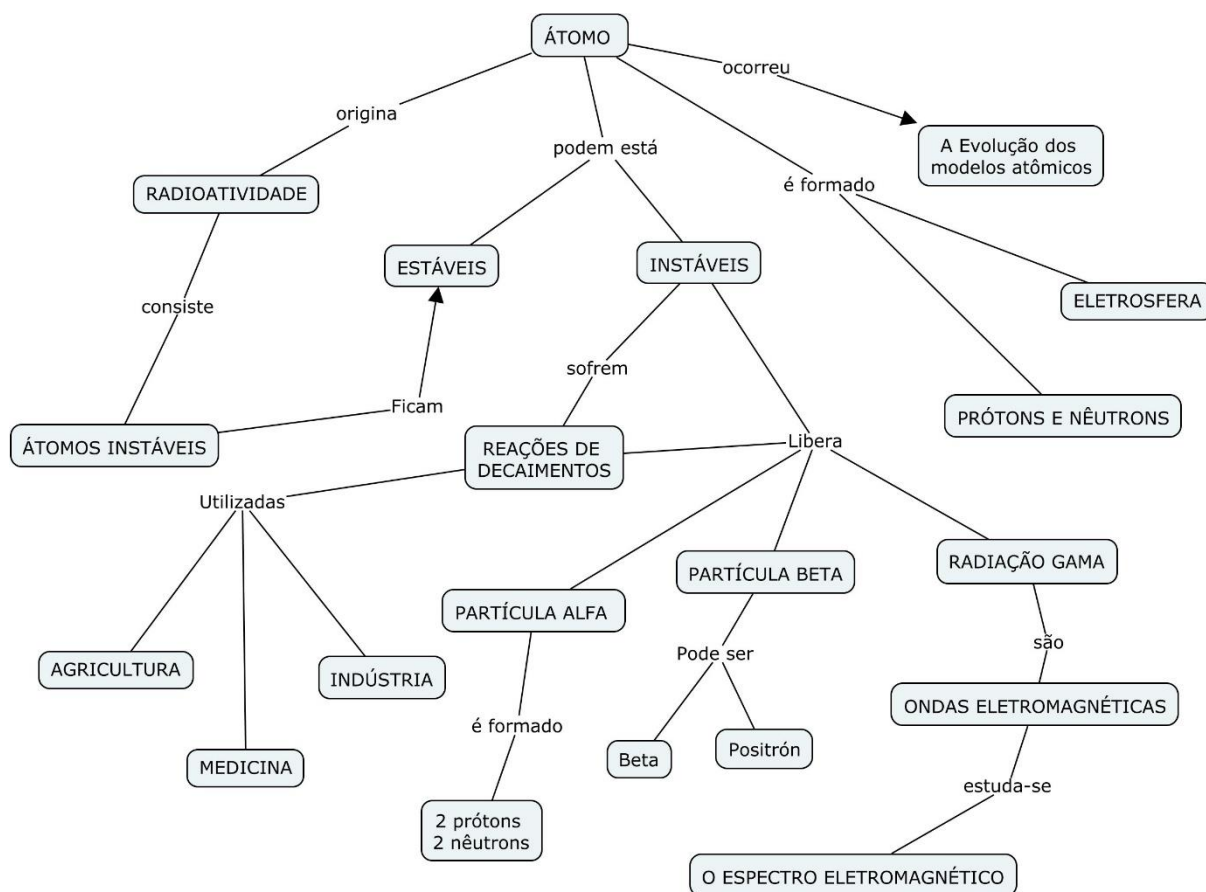


Figura 2: Resumo dos tópicos trabalhados no caderno de Tecnologia Nuclear e Suas Aplicações

3.3 Revisão da Literatura

É relevante ressaltar que são muitas publicações acerca da temática Nuclear. Isso por que se faz necessário acompanhar os avanços tecnológicos vivenciados atualmente. Dessa forma se faz necessário, inserir e relacionar conteúdos voltados a tecnologia e suas aplicações aos alunos do ensino médio, uma vez que essa temática é pouca abordada na educação básica, visando alfabetizá-los cientificamente tornando-os mais críticos e mais conscientes na tomada de decisões. É importante ressaltar que essa temática da Física Moderna não é muito discutida no ensino médio, é vista como conteúdos complexos e pouco abordado em sala de aula. É preciso lançar desafios e fazer de nossos discentes seres pensantes e conscientes.

Os trabalhos que envolvem à física moderna, são importantes, visto que transparecem um considerável interesse sobre a temática. Os trabalhos citados na tabela 1 abaixo, relacionam com a interdisciplinaridade, laboratório de física e seu próprio nascimento, são muito importantes no processo ensino aprendizagem.

Tabela 1: Trabalhos publicados, artigos e revistas.

REVISTAS E PUBLICAÇÕES	AUTORES	TEMÁTICAS	IDEIA CENTRAL
Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V3(1), pp. 23-34, 2013	Damasio Felipe (2013) e Tavares Aline (2013)	A divulgação científica do tema da radioatividade fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel	Mostrar que um material potencialmente significativo favorece a aprendizagem
Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 21, no. 2, Junho, 1999	José Maria Filardo Bassalo	Nascimento da Física	Apresentar em forma de verbetes a história da física
Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002	DIAS N. L. PINHEIRO A. G.e BARROSO G. C.	Laboratório Virtual de Física Nuclear	Fazer as aulas de física serem mais interessantes, a partir da visualização de fenômenos.
Publicação dos Encontros de profissionais da Química da Amazônia	MOTA, Matheus Leão DUARTE, Ana Rosa	Ensino de radioatividade: uma proposta interdisciplinar e contextualizada	Interdisciplinaridade, como um fator determinante para facilitar aprendizagem.

Diante da evolução tecnológica, tende a ser uma sociedade mais informada e consciente, surge à importância de desenvolver metodologias mais eficazes no processo de ensino-aprendizagem. Então a necessidade em compartilhar recursos, aumentar as interações sociais, discutir coletivamente as diversas variáveis, a formação do conhecimento, com o intuito de desenvolver ferramentas favoráveis para o acesso a informação, sendo assim um bem comum. Nesse artigo de Damasio e Aline citado acima, propõe-se inserir conceitos de radioatividade baseados na teoria de David Ausubel e como ele orientou para a construção da obra descrita no artigo. Nela é analisado o conhecimento prévio, a predisposição em aprender e o uso de um material potencialmente significativo, o qual devem estar associados a estrutura cognitiva do sujeito, isso facilitará a assimilação dos conteúdos apresentados. O texto enfatiza as teorias da aprendizagem significativa e sua importância para a construção do saber científico, porém não destacou os conceitos que norteiam a radioatividade.

Na revista brasileira de ensino de física, falando sobre o Nascimento da física de Filardo, aparece uma abordagem interessante, nela são explicitadas diversas passagens da história da

física no contexto escolar. Nela podem-se observar aspectos semelhantes ao produto educacional proposto, **Tecnologia nuclear e aplicações: Ressignificações dos conceitos com o uso de material potencialmente significativo para estudantes do ensino médio**, onde são apresentados desde a descoberta do átomo até suas mais diversas aplicações. Embora o texto seja objeto, fala sobre diversas passagens envolvendo o surgimento da física e da astronomia, sendo assim, de grande relevância para educadores e pesquisadores na construção do conhecimento científico.

Diante das várias metodologias educacionais, muita das vezes não eficazes, se faz necessário repensar como ensinar física e fazer com que o aluno aprenda de forma prazerosa e eficiente. “É um fato conhecido que o ensino de física, sob o ponto de vista exclusivamente teórico, é apontado por muitos alunos como desmotivante.” Dias, Pinheiro e Barroso, (2002, p.232). No contexto do artigo, os autores falam justamente da necessidade de inserir uma forma mais dinâmica e divertida de entender conceitos físicos, daí utilizaram-se experimentos virtuais, nesse caso os simuladores, com o objetivo de facilitar a aprendizagem e dinamizar as aulas, para melhorar o ensino-aprendizagem. Essa proposta de ensino condiz diretamente ao trabalho desenvolvido sobre Tecnologia Nuclear e suas Aplicações, com o uso de ferramentas tecnológicas, para visualizar todos os fenômenos físicos.

Em busca de novas alternativas, o texto de Mota e Duarte utiliza da interdisciplinaridade para efetivar a aprendizagem. Através de textos, vídeos, fatos que aconteceram no mundo, com o intuito de fazer uma relação direta e objetiva, e relacionar com conceitos físicos, para assim fazer uma compreensão e instigar a investigação dos alunos num modelo mais contextualizado. Essa diversidade e interação de conteúdos, facilita a aprendizagem, aumenta o senso crítico do aluno e proporciona autoconfiança, perante as situações cotidianas.

Os textos relatam várias vertentes, o estudo da história da ciência, a importância da interdisciplinariedade na formação do cidadão, as teorias da aprendizagem significativa, as quais, norteiam o sujeito e reestrutura conceitos. O uso de laboratórios virtuais, desperta o interesse em aprender, dessa forma, os textos citados enriquecem o leitor.

3.4 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS

Durante muitas décadas o ensino se configurou como uma prática estática e tradicionalista, em um ensino mecanicista, que via esse processo desvinculado da ação de

aprendizagem e o professor como detentor absoluto do conhecimento que dita os erros e acertos. Isso refletiu numa prática educativa não muito favorável e excludente para com alguns alunos. Para que de fato a aprendizagem seja significativa, devem-se ter materiais potencialmente significativos, para despertar o interesse e assim dá um significado real ao que se propõe.

Para que um material seja potencialmente significativo, é importante analisar as características dos materiais, como ele esse é elaborado e passado. Os sujeitos do processo, os alunos do ensino médio, precisam ter subsunçores adequados para que o novo conhecimento seja vinculado através desses materiais potencialmente significativos.

Para que a aprendizagem significativa aconteça com maior eficácia, é necessário seguir, segundo Moreira (2011), alguns princípios da UEPS.

Princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (AUSUBEL);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (NOVAK);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (AUSUBEL; GOWIN);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (VERGNAUD); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (VERGNAUD)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (JOHNSON-LAIRD);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (AUSUBEL);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;

- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (VERGNAUD; GOWIN);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (VYGOTSKY; GOWIN);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (GOWIN);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (MOREIRA);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (MOREIRA).

Tendo em vista os princípios da UEPS, que norteiam o estudo de caso, se faz necessário seguir passos importantes para evolução da aprendizagem. Inicialmente escolhe-se a temática a ser trabalhada, após a escolha o professor como mediador do conhecimento propõe situações-problema, visando organizar melhor as ideias dos alunos e assim modelá-las. Tendo em vista que as situações-problema foram inseridas nas aulas, são apresentadas aulas dialogadas gerando discussões em grupo acerca da temática, incluindo sempre novos exemplos e possíveis situações vivenciadas por eles na vida cotidiana. No decorrer da apresentação do produto, as avaliações são feitas gradativamente, buscando analisar a reconstrução de modelos mentais no decorrer do processo, eles estão apresentados abaixo;

Aspectos sequenciais (passos):

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do

conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser

feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;
8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

A sequência de passos proposta por Moreira (2011) deixa evidente que UEPS é uma sequência aplicável e interativa, pois envolve o conhecimento prévio do discente, dando um sentido ainda maior a informação recebida.

4 METODOLOGIA

4.1 Metodologia para desenvolvimento de sua pesquisa

Uma pesquisa, pode ser classificada quanto aos fins em: investigação exploratória; pesquisa descritiva; investigação explicativa; pesquisa metodológica; pesquisa aplicada e investigação intervencionista. Quanto aos meios, a investigação pode ser classificada como pesquisa de campo; pesquisa de laboratório; pesquisa documental; pesquisa bibliográfica; pesquisa experimental; investigação ex post facto; pesquisa participante; pesquisa-ação. (VERGARA, 2007).

De acordo com os tipos de pesquisa apresentadas por Vergara é possível observar que esta se enquadra como uma pesquisa bibliográfica, pois foram utilizadas fontes secundárias como revistas, livros, e artigos; como um estudo de caso, pois foi realizada uma pesquisa de campo com alunos do segundo ano do ensino médio, do Colégio Estadual Sílvia Romero, situado na cidade de Lagarto/Se. Colégio amplo e focado na realização de projetos educacionais e em novas práticas de ensino, buscando promover maior interação e socialização dos alunos com o ambiente escolar.

Foi desenvolvido um material potencialmente significativo, buscando aprimorar o uso de metodologias mecanizadas, inspiradas do ensino tradicionalista onde há transmissão de ideias e conteúdos selecionadas e organizadas logicamente, tendo como foco “passar o saber” e o aluno “receber o saber” sem questionamentos no desenrolar dos conteúdos, e assim ampliar a estrutura cognitiva dos alunos.

Para a elaboração do caderno de Tecnologia nuclear, foi utilizado uma sequência lógica e simples para a apresentação dos conteúdos. Inicialmente com evolução dos modelos atômicos, estrutura e desintegração do átomo, ondas eletromagnéticas e aplicações com o uso da radioatividade. Esse é um dos passos da UEPS, fazer inserção dos conteúdos e aumentar o grau de complexidade de forma linear.

Para isso foi utilizada a sequência didática descrita abaixo para tópicos relacionados à tecnologia nuclear.

4.2 Sequência Didática

Objetivo: Desmitificar e reformular conceitos relacionados à Tecnologia Nuclear, para promover a aquisição de novos significados acerca de conceitos básicos de Física moderna no Ensino Médio.

Sequência de ensino potencialmente significativa (UEPS):

1ª Etapa – Questionário

Inicialmente foi aplicado um pré-teste, visando diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos, para que os conceitos neles internalizados possam ser redefinidos, formando assim um novo conhecimento, o qual passará ter significado diante de sua realidade. “Progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável, mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens”(MOREIRA,2010,p.1). Nessa perspectiva pode-se observar o nível de conhecimento dos alunos, uma vez que não há interferência do professor na realização do pré-teste, cujo o intuito é conhecer melhor os alunos da segunda série do ensino médio, envolvidos na aplicação do produto e assim atacar o problema existente.

2ª Etapa – Aprofundando conhecimentos: Aulas expositivas-dialogadas

Aula expositiva, com o objetivo de Conhecer as teorias e os modelos que explicam a estrutura do átomo, assim como a evolução dos modelos atômicos. Após as discussões feitas em sala de aula, foi utilizado o caderno digital, visando enriquecer ainda mais o conhecimento do aluno. Após a exposição do assunto utilizaremos o simulador do Phet Colorado, esse ajudará na alfabetização científica dos discentes, tornando-os capazes de organizar suas próprias ideias, serem críticos e conscientes das transformações sociais.

Será feita uma atividade com o uso do simulador e outra atividade proposta para reforçar os conteúdos abordados. Na figura 3, temos aula expositiva-dialogada, com o uso do data-show, todo o conteúdo foi mostrado através de slides e do próprio caderno. Na figura 4, os alunos se reuniram em grupos para fazer as atividades propostas no caderno, essa socialização entre eles melhorou o rendimento, uma vez que um tirava a dúvida do outro.



Figura 3: Aula expositiva dialogada



Figura 4: Atividade proposta

Nesse momento iniciaremos os conteúdos que envolvem os isótopos, radioatividade, Partícula alfa ou radiação alfa, partícula beta ou radiação beta, radiação gama, penetração das radiações na matéria, radiação e reações de decaimento. Serão apresentadas aulas expositivas e dialogadas. Utilizaremos novamente simuladores, para visualizarmos alguns fenômenos físicos, seguido de atividade com o uso do próprio simulador. Aqui os discentes podem mexer no simulador e fazer as manipulações necessárias, facilitando ter o conhecimento científico. Na sequência os mesmos serão divididos em grupos de quatro e farão atividade proposta do material.

3ª Etapa – Aula final e avaliação da UEPS em sala de aula:

Dando continuidade com as aulas expositivas-dialógicas o professor apresentará os seguintes tópicos: Atividade de uma amostra, Unidade de atividade, Meia vida, Traçadores radioativos e Datação por carbono-14. Novamente os alunos farão atividade proposta sob orientação do professor.

Aula expositiva e com ativa interação dos alunos, conhecendo mais a Medicina Nuclear e suas relações com a física. Mostrar que a radioatividade tem grande importância em nossa vida, desde exames diagnósticos a tratamentos complexos. Serão abordadas também outras aplicações da radioatividade, na agricultura e na indústria. No decorrer da apresentação do conteúdo, os alunos formarão um círculo e faremos um debate confrontando os conhecimentos dos alunos com os conhecimentos científicos, buscando alfabetizá-los cientificamente.

4ª Etapa – Aula final e avaliação da UEPS em sala de aula:

A avaliação é feita individualmente durante todo o processo da aplicação do produto, a participação em sala de aula, interação com os colegas de classe fazendo com que o conhecimento adquirido seja socializado. Comentários gerais sobre os tópicos abordados. No final dessa sequência, será aplicado o pós-teste, esse ajudará a medir o quanto eles aprenderam.

Nesse momento será verificado se o material, caderno digital sobre Tecnologia Nuclear e suas Aplicações, foi potencialmente significativo, reestruturando conceitos prévios antes existentes, de acordo com a aprendizagem significativa de David Ausubel (MOREIRA,2010).

Na tabela abaixo está o cronograma das atividades desenvolvidas durante a aplicação do produto, os recursos utilizados e a distribuição de conteúdo durante as aulas, para facilitar no processo ensino-aprendizagem.

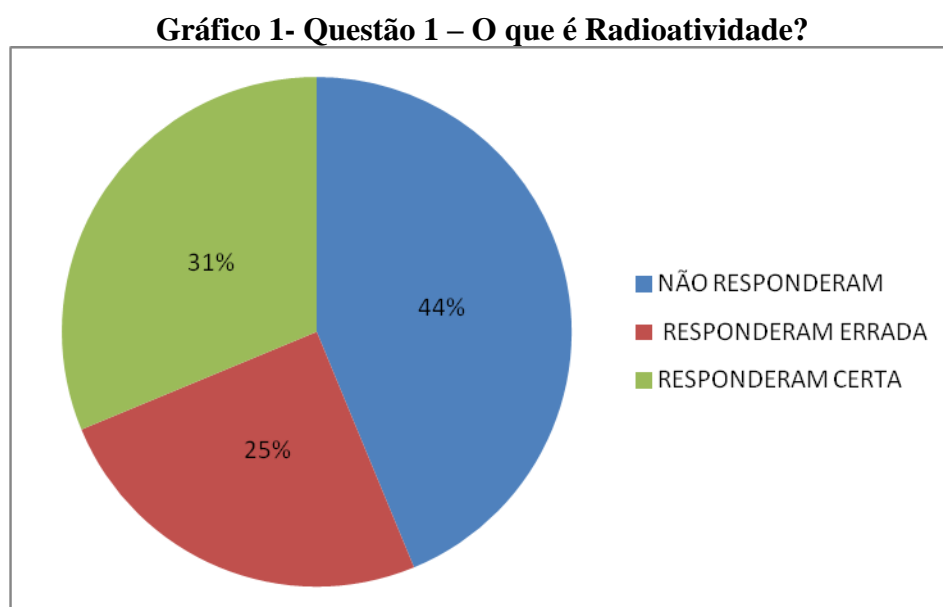
Tabela 2: Cronograma de aulas

COLÉGIO ESTADUAL SÍLVIO ROMERO				
CRONOGRAMA DE AULAS				
APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL TECNOLOGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES				
Professora: Magda Santos			Semestre 2017-1	
Aula	Data	Conteúdo	Atividade	Recursos
01	06/04	Aplicação do pré-teste	Atividade proposta	Datashow
02	06/04	Evolução dos modelos atômicos	Atividade proposta	Datashow
03	06/04	Evolução dos modelos atômicos	Atividade proposta e atividade com simulador	Datashow
04	06/04	Ondas eletromagnéticas	Atividade proposta	Datashow
05	07/04	Isótopos	Atividade proposta	Datashow
06	07/04	Radioatividade	Atividade proposta	Datashow
07	07/04	Reações de decaimento: partícula alfa, partícula beta e raios gama	Atividade proposta e atividade com simulador	Datashow
08	07/04	Poder de penetração das radiações na matéria	Atividade proposta	Datashow
09	17/04	Radiação	Atividade proposta	Datashow
10	19/04	Velocidade média de desintegração (ou atividade de uma amostra)	Atividade proposta	Datashow
11	24/04	Vida média	Atividade proposta	Datashow
12	26/04	Meia-vida	Atividade proposta	Datashow
13	03/05	Traçadores radioativos	Atividade proposta e debate	Datashow
14	08/05	Datação por carbono-14	Atividade proposta e debate	Datashow
16	15/05	Medicina nuclear	Atividade proposta e debate	Datashow
17	17/05	Agricultura e indústria	Atividade proposta e debate	Datashow
18	22/05	Aplicação do pós-teste	Atividade proposta	Datashow

5 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Nesta análise todas as informações obtidas a partir do questionário, o qual teve como objetivo principal verificar o quão esses alunos sabiam sobre conceitos relacionados à radioatividade e que representação essa temática tinha na vida de cada um deles. Essa pesquisa foi realizada com os alunos da 2ª série do ensino médio, do turno vespertino, do Colégio Estadual Sílvia Romero, localizado na cidade de Lagarto/SE.

5.1 Análise de Dados do Pré-Teste: Questionário de Tecnologia Nuclear

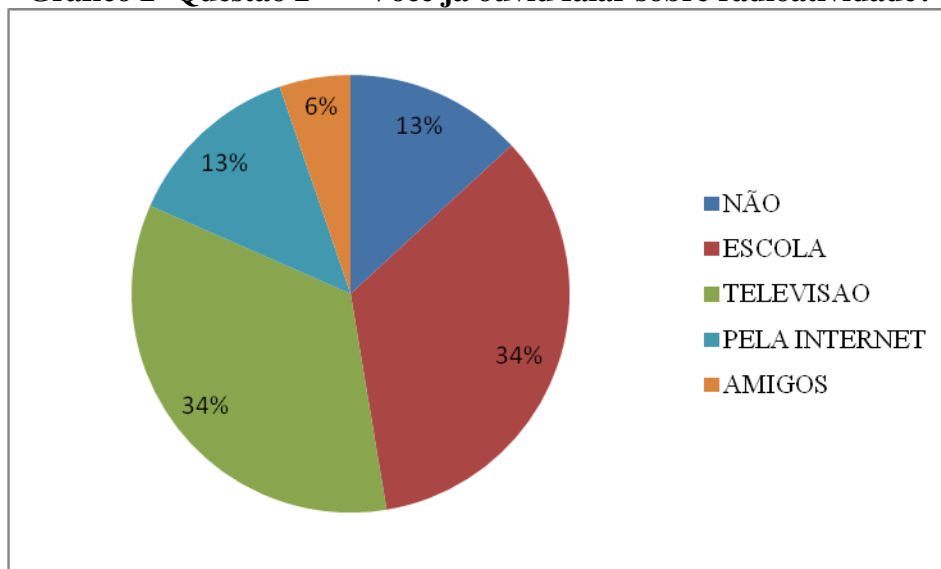


Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

No gráfico 1, nota-se que quase 44% dos entrevistados não responderam nada, deixando a questão em branco, demonstrando que não existia nenhuma informação plausível para descrever tal conceito, mesmo que incompleto. Os outros 25% dos discentes responderam de forma incorreta, pois nenhuma das respostas analisadas condizia com o conceito real de radioatividade. E os 31% responderam com certa clareza, aproximaram-se do que se considera correto, mostrando assim que ao utilizarmos a teoria da aprendizagem significativa, esses conceitos seriam melhores reestruturadas e ao interagirem com o novo conhecimento seriam ressignificados (MOREIRA, 2010, p. 02). Tendo em vista os aspectos considerados errados na amostra sobre o conceito de radioatividade, faz-se necessário destacar: algo ligado ao coração, força elétrica, causa somente doenças graves etc. A partir desses resultados buscou-se trabalhar

na ressignificação desses conceitos pré existentes dos alunos pesquisados, para assim reestruturá-los de forma mais adequado de acordo com a ciência.

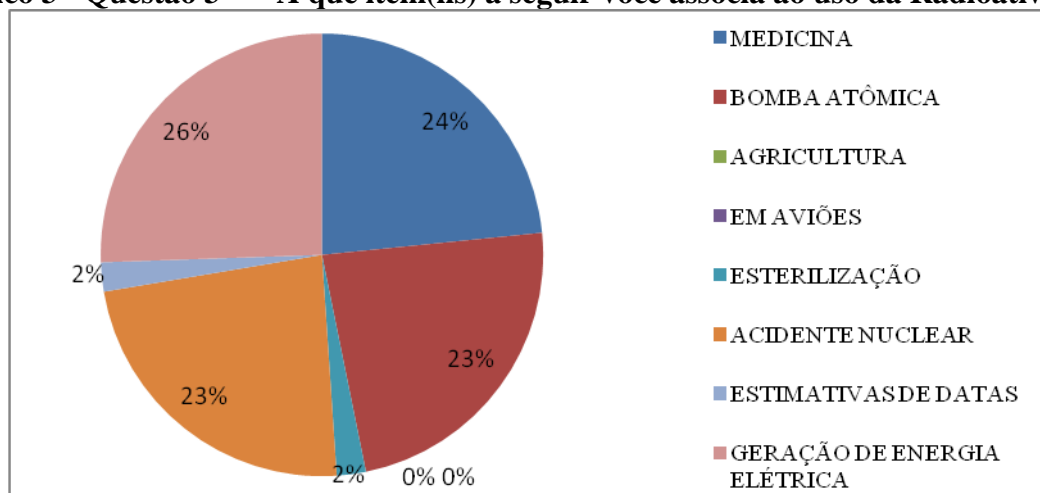
Gráfico 2- Questão 2 – Você já ouviu falar sobre radioatividade?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

No gráfico 2, buscou-se analisar em quais ambientes os discentes já ouviram falar sobre a temática referente à radioatividade. Apesar de que em muitas escolas pouco se fala sobre temas relacionados à radioatividade, tivemos uma percentagem até satisfatória de 34%, embora esses assuntos, possivelmente não sejam tratados com grande relevância. A televisão representa uma amostra bem significativa de 34% das informações acerca da radioatividade. Ainda temos 13% dessa amostra que nunca ouviu falar nada sobre o assunto. A internet mesmo tímida ainda obteve seus 13% e entre amigos o percentual foi de 6%, mostrando que entre os jovens pouco se fala de avanços tecnológicos.

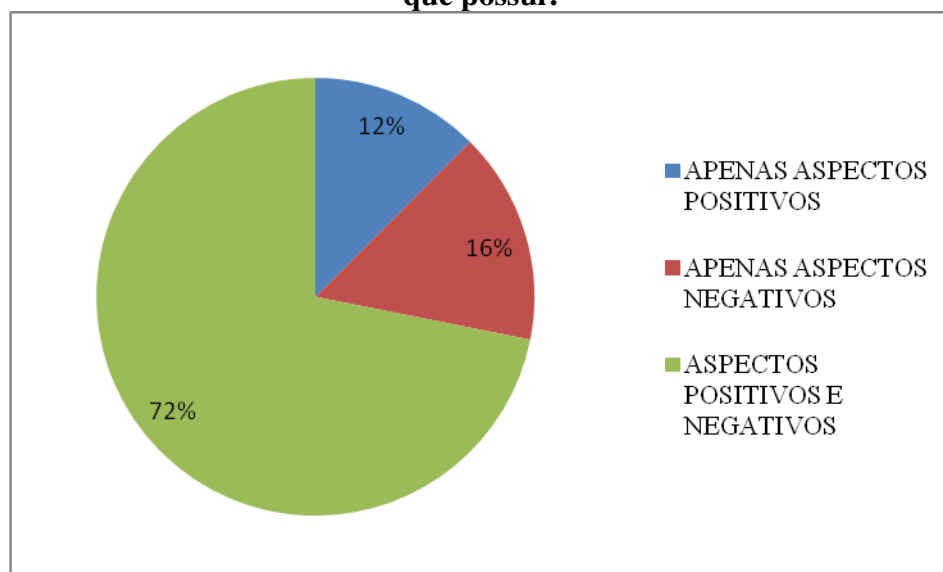
Gráfico 3 - Questão 3 – A que item(ns) a seguir você associa ao uso da Radioatividade?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Observa-se no gráfico 3, que 26% dos educandos já ouviram falar que se utiliza tecnologia nuclear na geração de energia. Sergipe recentemente foi um dos estados indicados para uma possível instalação de uma usina nuclear. Os outros 24% estão relacionados ao uso na medicina. Em dois itens obtiveram 23% os quais se referem a bombas atômicas e acidentes nucleares, esses temas são os mais “populares” em nossa sociedade. A percentagem de 2%, esterilização e datação de fósseis, poucos sabem dessa aplicação, reafirmando a falta de conhecimento da boa aplicabilidade da radioatividade. E a aplicação na agricultura e na indústria nem foram citados pelos estudantes pesquisados, sendo registrado 0% em sua totalidade.

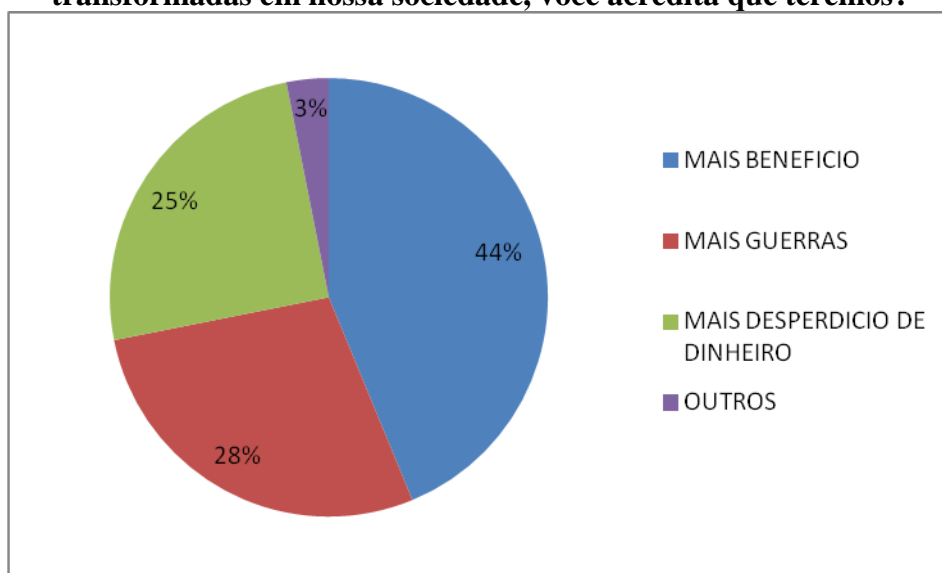
Gráfico 4- Questão 4 – Para nossa sociedade, você entende Radioatividade como algo que possui?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

De acordo com as informações fornecidas pelo gráfico 4, observa-se que 72% dos participantes afirmaram que além de aspectos positivos têm-se também pontos negativos. Nessa resposta não dá pra identificar com clareza a intensidade de cada uma, se mais positivos ou mais negativos, apenas mostra que eles, de maneira geral, entendem que existem as duas partes. Os 16% disseram que a radioatividade só traz prejuízo à humanidade e por fim, 12% acham que só traz benefícios. Fazendo uma análise geral do quesito, observa-se ainda o desconhecimento de muitos dos discentes, mesmo vivendo em um mundo informatizado.

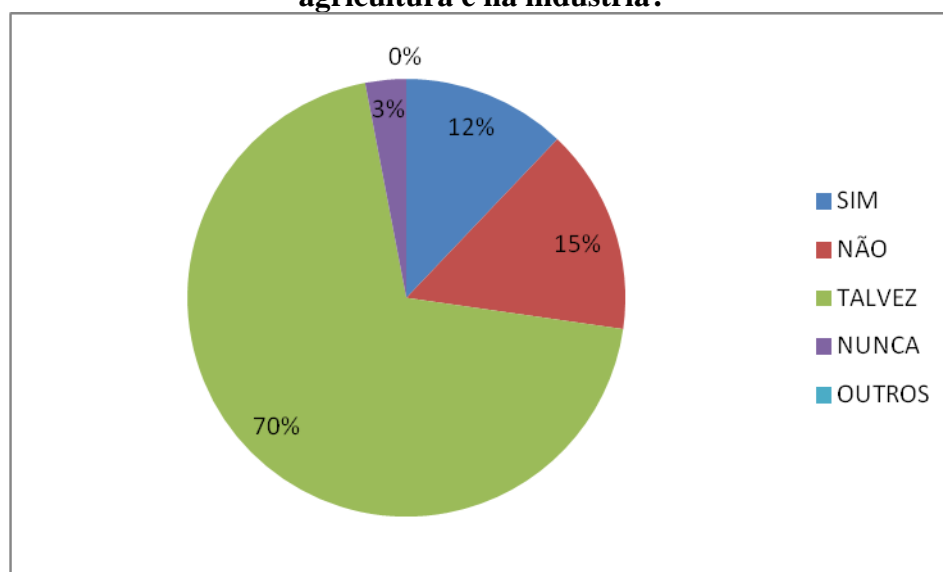
Gráfico 5- Questão 5- Com a evolução da tecnologia nuclear, muitas coisas podem ser transformadas em nossa sociedade, você acredita que teremos?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

O gráfico 5 mostra que 44% dos discentes acreditam que o uso da radioatividade traz benefícios. Enquanto 28% afirmam que só teremos destruição, que isso motivaria muitas guerras. A outra parte que se refere aos 25%, diz ser desperdício de dinheiro investir em coisas relacionadas ao uso da tecnologia nuclear e 3% responderam outros. Fazendo um somatório das porcentagens conclui-se que a visão negativista é a mais predominante.

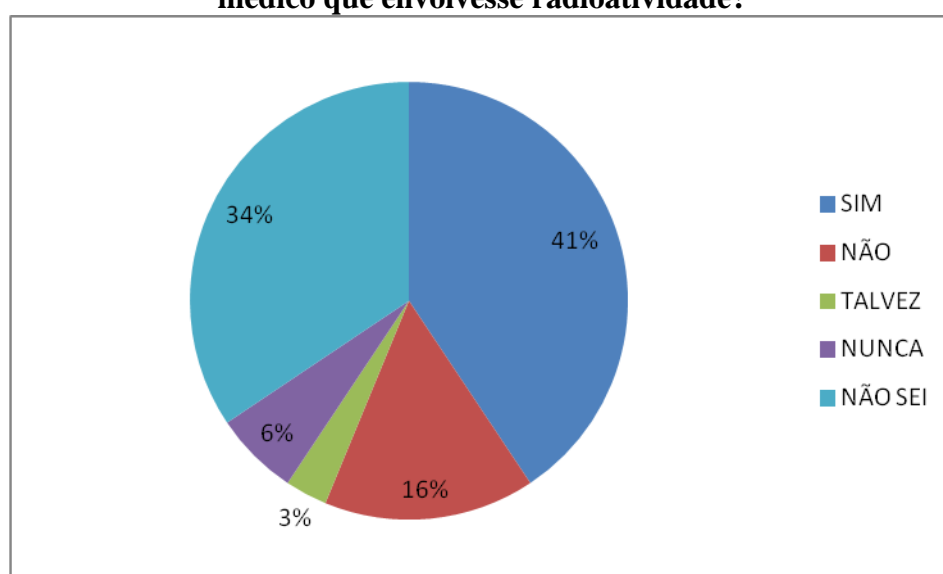
Gráfico 6- Questão 6 – Para você a tecnologia nuclear tem alguma utilidade na agricultura e na indústria?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Conforme foi apresentado no gráfico 6, pouco se sabe das verdadeiras utilidades das tecnologias nucleares, visto que a maioria da população não tenha em sua estrutura cognitiva uma formação conceitual. Um exemplo claro é o resultado analisado nesse gráfico, onde 70% dos entrevistados não têm certeza se existe alguma relação com a agricultura e indústria. Outros 15% afirmam não ter relação alguma. Na amostra de 32 alunos somente 12% deles tinham conhecimento do assunto, 3% nunca ouviram falar da utilidade relacionada a agricultura.

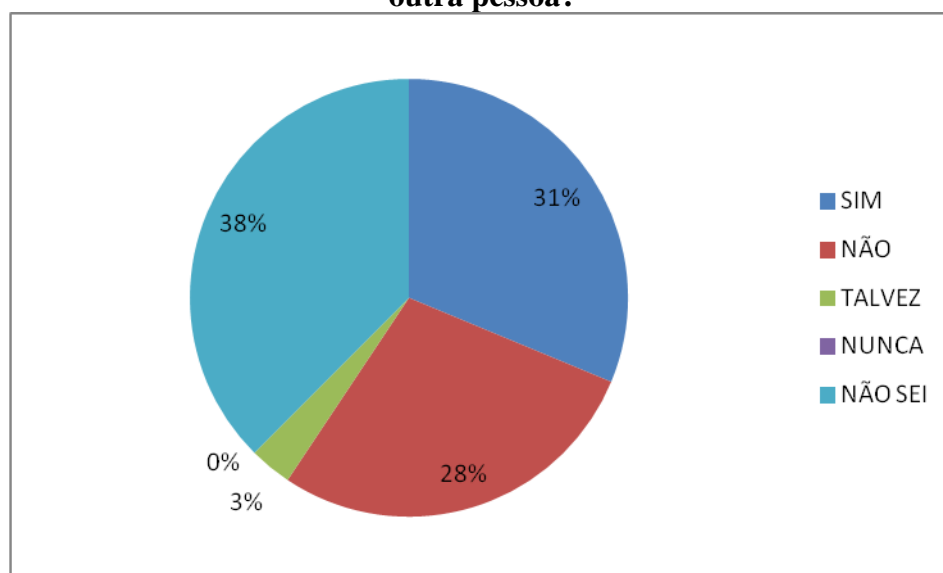
Gráfico 7- Questão 7 – Algum familiar ou conhecido já precisou de algum tratamento médico que envolvesse radioatividade?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

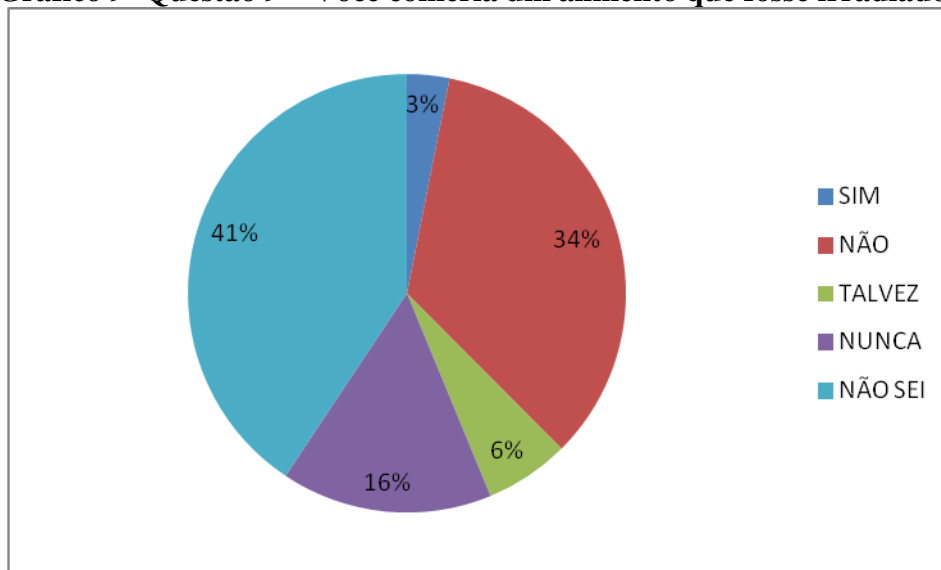
De acordo com o gráfico 7, pode-se perceber o quanto os alunos percebem sobre a relação dessas doenças com o uso da radioatividade. Dentre as aplicabilidades das tecnologias nucleares, a mais conhecida pelas pessoas é justamente as associadas à medicina nuclear, isso se deve por casos notificados entre parentes e conhecidos. Analisando o gráfico acima é notável verificar que 41% dos discentes conhecem o uso dessa tecnologia nuclear, já 34% não sabem se tem algum tipo de relação. Outra parte de 16% afirmam não ter relação alguma e os 6% dizem que nunca precisou. Com isso cabe aqui salientar a grande falta de informação existente com relação ao uso dessas tecnologias em nossa sociedade, impossibilitando assim possíveis progressos.

Gráfico 8- Questão 8 – Uma pessoa que tomou radiação pode passar essa radiação para outra pessoa?



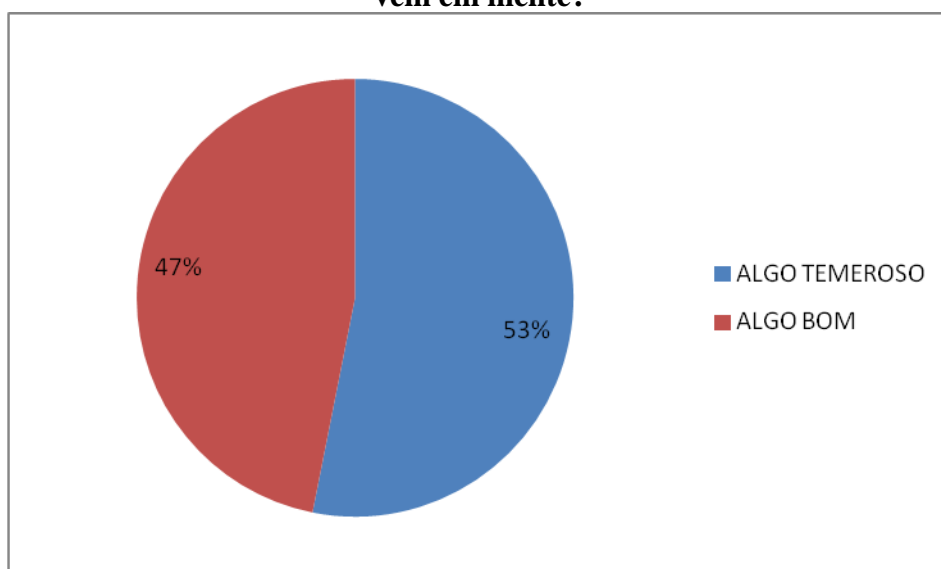
Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

No gráfico 8 mostra que 38% dos alunos não sabiam se a radiação é transmitida. Para 31% acham que sim, que ao tocar uns nos outros a radiação seria compartilhada. Os 28% dizem que não transmite, os outros 3% não souberam responder. Fazendo um balanço geral do quesito, é possível observar que mais de 70% dos entrevistados desconhecem o tema abordado, é um percentual considerável visto que a informação é um fator imprescindível para o crescimento intelectual de qualquer sociedade.

Gráfico 9- Questão 9 – Você comeria um alimento que fosse irradiado?

Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Neste quesito 9, se refere a alimentos que são irradiados, 41% dos entrevistados não sabiam responder, entende-se que eles desconhecem o assunto. Os 34% desses disseram não e 16% nunca comeriam. Os 6% estão duvidosos e apenas 3% dos alunos responderam que sim. Nessa questão mais de 90% certamente não comeriam alimentos irradiados.

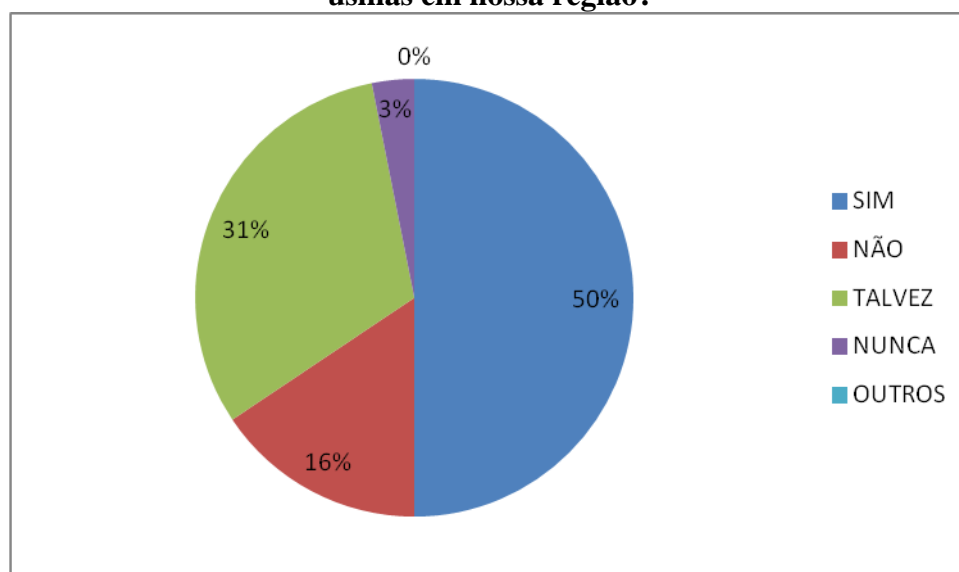
Gráfico 10- Questão 10 – A ciência nuclear é uma das maiores descobertas do homem. Quando você escuta falar sobre aplicações que envolvam essa ciência, o que primeiro lhe vem em mente?

Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

O gráfico 10, exemplifica as representações sociais dos alunos. Desde muitas décadas, temáticas que envolvem o uso de radiação assustam muitas pessoas. Certamente a falta de

conhecimento é um dos fatores mais evidentes, pois pouco se discute as aplicações para o bem de toda a humanidade, até a própria mídia colabora, mesmo que de forma indireta, sem intuito, para má formação do indivíduo.

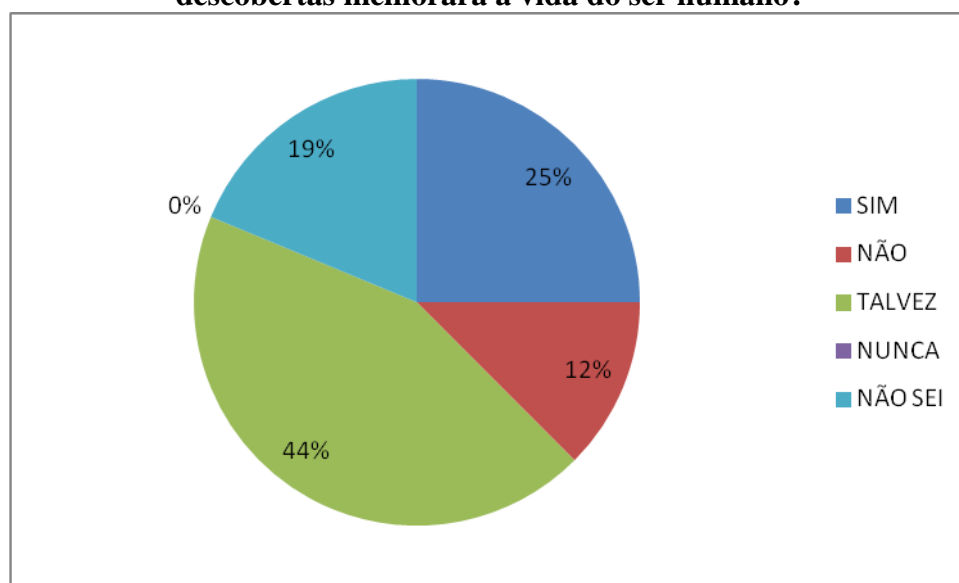
Gráfico 11 - Questão 11 – A tecnologia nuclear é um dos mecanismos mais eficazes na produção de energia elétrica. No Brasil temos usinas nucleares, e as mesmas podem se expandir por diversas partes do Brasil. Você concorda com a instalação de uma dessas usinas em nossa região?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Pode-se observar o gráfico 11, resultado de uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio, 50% concordariam com a instalação de uma usina nuclear em Sergipe, já 16% discordam. Obteve um universo de 31% que não souberam responder, estão duvidosos se realmente é bom ou não tal instalação. E por fim 3% disseram que nunca aceitariam.

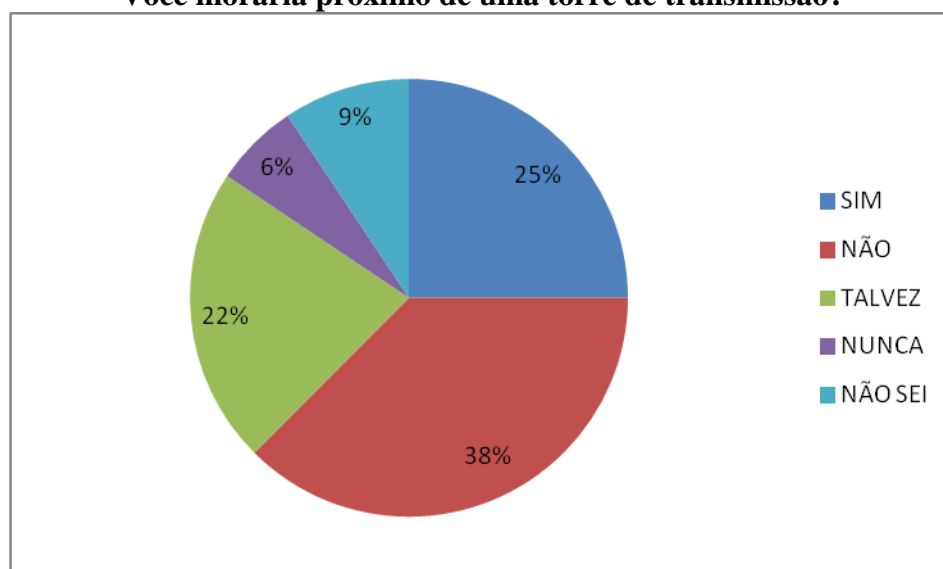
Gráfico 12- Questão 12 – O uso de inovações voltadas a Tecnologia Nuclear traz sem dúvidas a certeza de grandes contribuições e uma possibilidade de destruição da própria humanidade, caso não seja utilizada de forma correta. Na sua concepção o uso dessas descobertas melhorará a vida do ser humano?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

De acordo com as informações contidas no gráfico 12, podemos observar que 44% dos alunos não souberam responder, ficaram duvidosos, pois não sabiam discernir o bom do ruim. Os outros 25% acreditavam que era sim uma forma eficaz de melhorar a qualidade de vida, 19% não souberam responder e por fim 12% afirmaram que não melhoraria em nada, caso essas tecnologias fossem intensificadas.

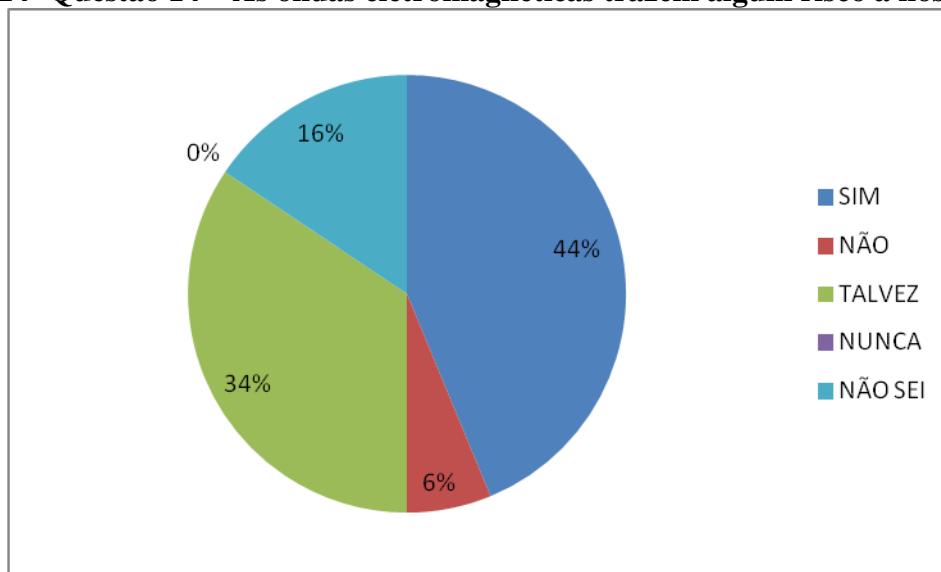
Gráfico 13- Questão 13 – Muitas facilidades surgiram durante esses últimos anos a partir do uso de novas tecnologias. Foram implantadas diversas torres de transmissão, as quais emitem ondas eletromagnéticas, isso para aumentar o acesso à informação. Você moraria próximo de uma torre de transmissão?



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Nesta questão 13, está sendo mencionada a possibilidade de morar ou não próximo de uma torre de transmissão, um universo de 38% afirmaram não querer morar próximo a torres de transmissão, já 25% disseram morar sem nenhum tipo de problema. Para 22% estão em dúvida quanto a essa questão, 9% não sabiam preferiram não opinar e uma amostra de 6% afirmaram nunca morar próximo de uma estação de transmissão.

Gráfico 14- Questão 14 – As ondas eletromagnéticas trazem algum risco à nossa saúde?



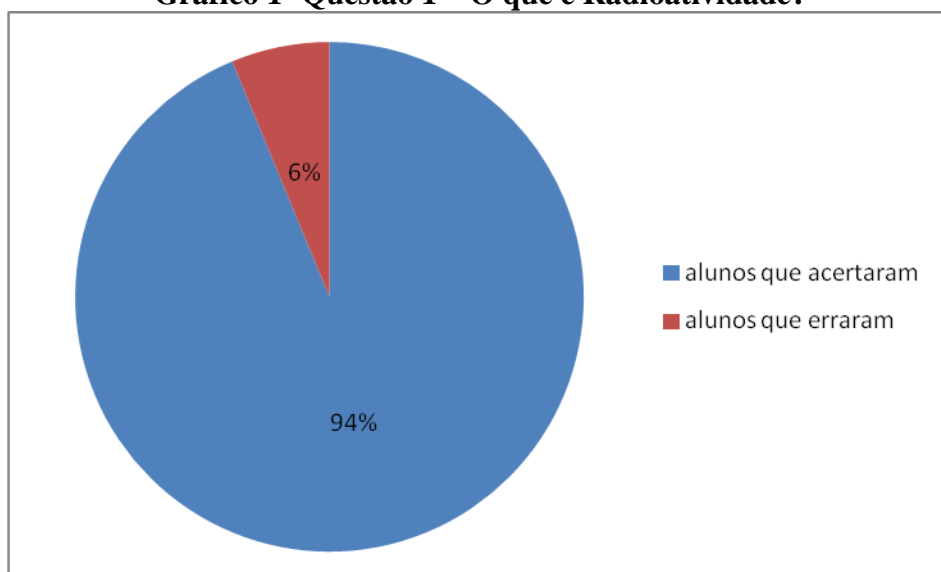
Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Conforme os resultados expostos através do gráfico 14, é possível observar que 44% dos discentes acreditam que ondas eletromagnéticas afetam a nossa vida e que essas de alguma forma prejudica nossa saúde. Os outros 34% acreditam que talvez afete, porém nada preciso. Os 16% não souberam responder, certamente essa percentagem não tinha nem ideia do que se tratavam essas ondas eletromagnéticas. A minoria, 6% disse que essas ondas nada interferiam o bem estar do ser humano.

5.2 Análise dos Dados e Discussão dos Resultados do Pós-Teste

O pós-teste será utilizado para verificar o quão os alunos aprenderam mediante a aplicação produto educacional tecnologia Nuclear e suas Aplicações, visando reestruturar a cognição dos discentes.

Gráfico 1- Questão 1 – O que é Radioatividade?

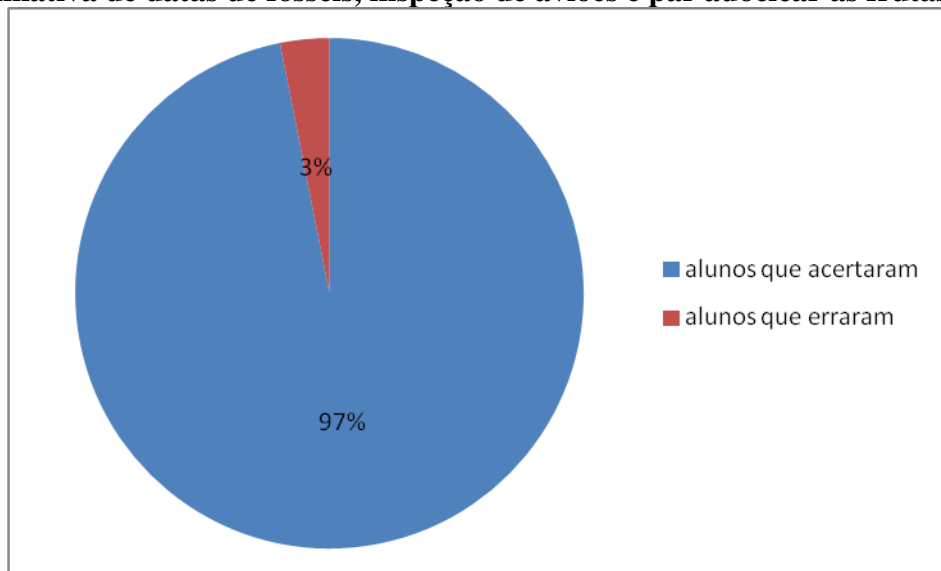


Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Com base nos dados expostos no gráfico acima, pode-se observar que 94% dos alunos que participaram da pesquisa acertaram o conceito de radioatividade e apenas 6% erraram, mostrando assim um ganho significativo com relação ao resultado obtido no pré-teste.

Gráfico 2- Questão 2 – Assinale a alternativa que melhor representa algumas das utilidades do uso da Radioatividade.

- a) Na medicina, agricultura e em concertos de peças de PVC.
- b) Esterilização de seringas, em animais para estimular o crescimento e em guerras.
- c) Na geração de energia elétrica, bomba atômica e medicina.
- d) Bomba atômica, ondas do mar e medicina.
- e) Na estimativa de datas de fósseis, inspeção de aviões e par adocicar as frutas.

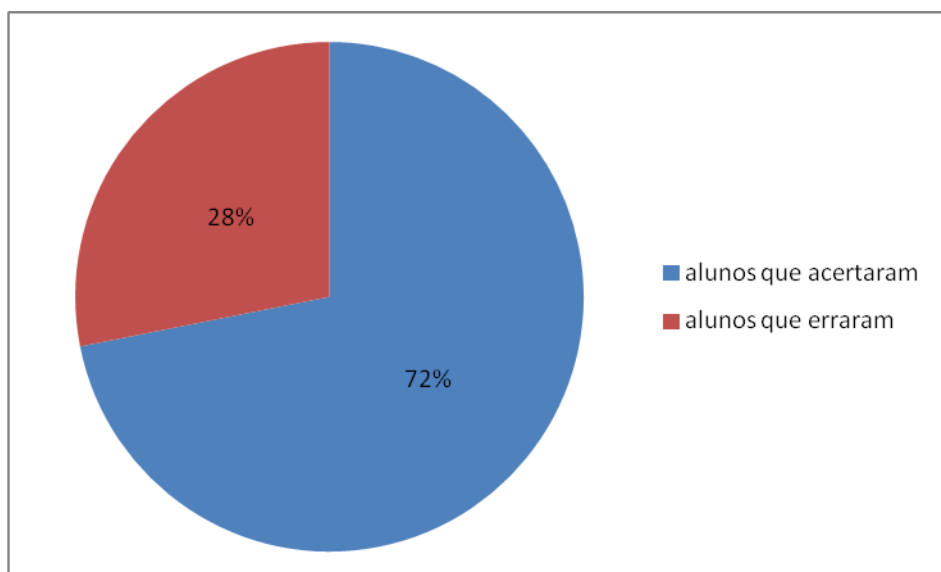


Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

De acordo com os dados visualizados no gráfico 2, o número de acertos representam 97% da amostra analisada, isso significa dizer que houve uma reformulação conceitual bem significativa, tendo em vista que o item correto está na letra C. Segundo Moreira (2010, p.12), a aprendizagem significativa de Ausubel, acontece quando o subsunçor se ancora com ao novo conhecimento, evidenciando que de fato houve a aprendizagem significativa. O percentual dos que erraram representam apenas 3%, mas de modo geral o objetivo foi alcançado, que era basicamente saber o que era radioatividade e suas aplicabilidades.

Gráfico 3- Questão 3 – Com a evolução da tecnologia nuclear, muitas coisas podem ser transformada em nossa sociedade. Um exemplo disso é o uso na medicina, o qual nos possibilita ter diagnósticos e até tratamentos envolvendo o uso de radiações. Em sua visão de mundo, qual seria a resposta mais adequada para tais procedimentos?

- a) O uso desses tipos de radiações não afetam o corpo do ser humano com tanta agressividade.
- b) O uso desses tratamentos não são eficazes.
- c) Buscar melhores alternativas, pois essas não resolvem e acabam acelerando a morte do indivíduo.
- d) Esse é sim o melhor meio de diagnosticar enfermidades e chegar a possíveis curas.
- e) Isso só apareceu agora em nossa sociedade e sem controle, tornando-o muito perigoso.



Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Verificou-se no gráfico 4, que 72% dos envolvidos no projeto tiveram seus conceitos ressignificados, esses marcaram o item D. Tendo em vista que apenas 28% ainda não absorveram o conceito adequadamente, mas nesse item teve um aumento muito grande com relação a aprendizagem.

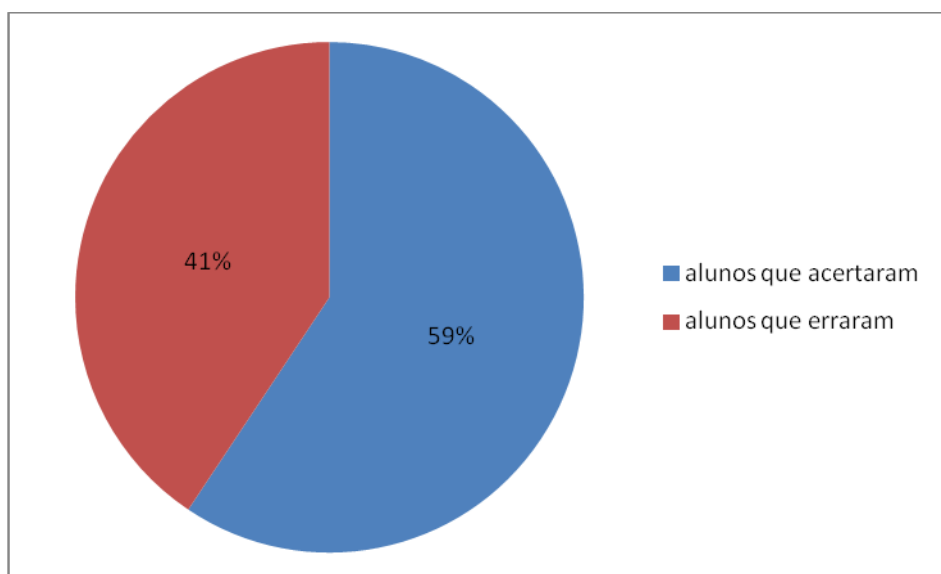
Gráfico 4- Questão 4- Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta:

I. A radioatividade é considerada como um fenômeno nuclear.

II. O átomo não sofreu grandes evoluções no decorrer no tempo.

III. Quando um núcleo instável fica estável, ele liberam partículas alfa e beta e radiação gama.

a) I, II e III b) I e III c) II e III d) I e II e) Nenhuma das afirmações estão corretas.

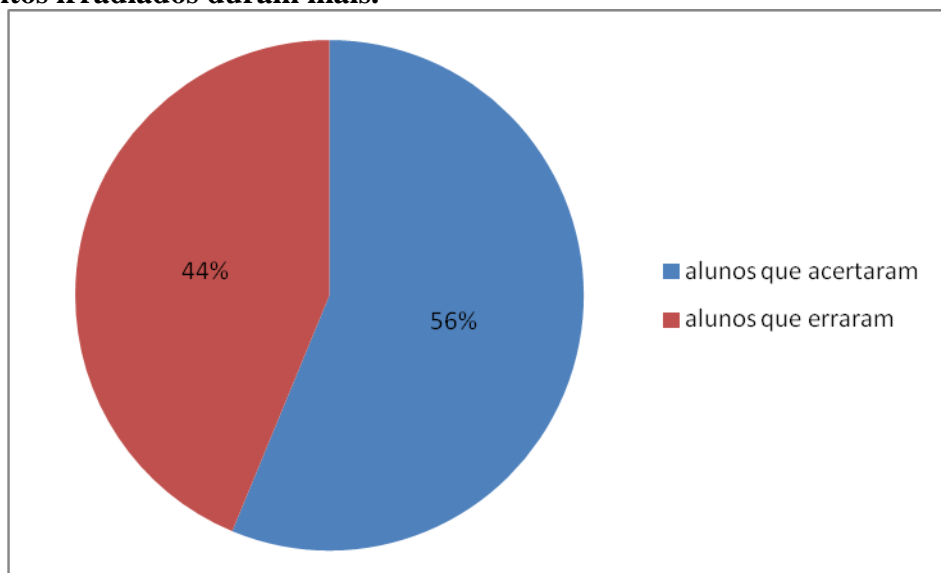


Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Nesse item o gráfico 4, como se trata de algo mais específico, tais como estudo dos modelos atômicos e em que esse átomo se desintegra, tivemos uma margem maior de erro. O percentual de acertos atingiu um valor considerável, uma vez que o item correto é B, mas não o esperado, que foi de 59%. Já os erros atingiram um valor de 41%, mas como são conhecimentos novos e específicos, afirma-se que a aprendizagem aconteceu de forma positiva. Neste contexto os conhecimentos prévios possivelmente não se ancoraram, Moreira (2010, p.12), descreve que se não há essa assimilação e integração dos conteúdos, não há aprendizagem significativa.

Gráfico 5- Questão 5 – O uso de inovações voltadas a Tecnologia nuclear traz a certeza de grandes contribuições e uma possibilidade de destruição da própria humanidade, caso não seja utilizada de forma correta. Assinale a alternativa que não se adéqua positivamente com sua utilidade.

- a) Essa tecnologia salva vidas, pois ajuda no diagnóstico precoce de várias doenças.
- b) Em países desenvolvidos fabricam a bomba atômica, sendo assim uma ameaça constante para toda a humanidade.
- c) Durante um bom tempo temia-se a picada o mosquito Zica vírus, pois esse causa doenças terríveis ao ser humano. O uso da radiação foi uma forte aliada contra a reprodução desse mosquito.
- d) É possível tirar raio X de aviões, para evitar acidentes.
- e) Alimentos irradiados duram mais.



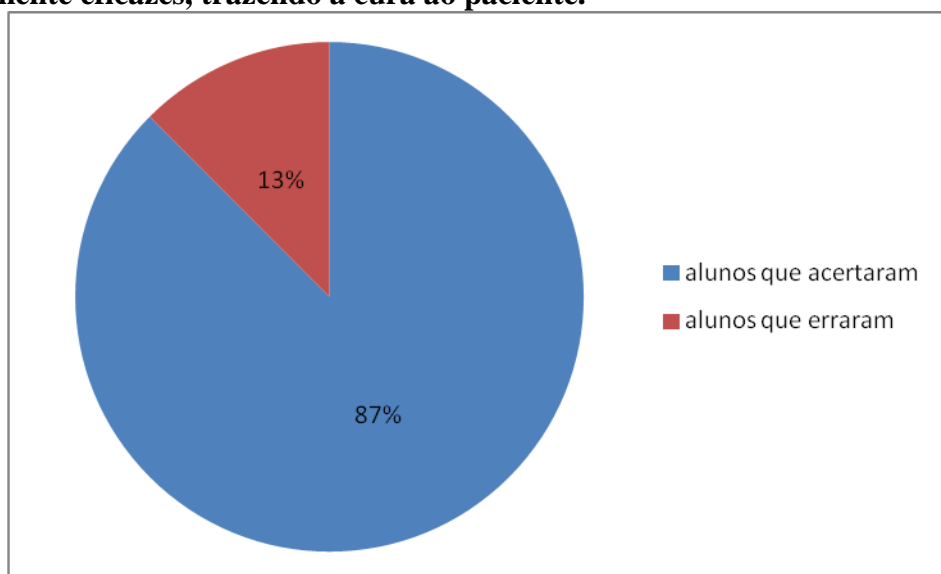
Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

De acordo com gráfico 5, os alunos acertaram o quesito sendo o B, tenho 56% das opiniões formadas. Os outros 44% erraram mostrando assim que o conhecimento não foi assimilado corretamente. Tendo em vista que o número de acertos superou o número de erros,

conclui-se então que houve sim um rendimento significativo, segundo Moreira (1999), quando o aluno tem predisposição em aprender, e nele existem subsunçores adequados para receber aquela informação, a aprendizagem significativa efetivamente acontece.

Gráfico 6- Questão 6 – Algum familiar ou conhecido já precisou de algum tratamento médico que envolvesse o uso da radioatividade? Certamente sim. O que você verificou quando o indivíduo iniciou o tratamento de radioterapia.

- a) Que o indivíduo ficou frágil diante de tais tratamentos e que não vale a pena prosseguir.
- b) Que de nada adianta cuidar, pois não tem cura determinadas doenças.
- c) Esse tratamento não mata nenhum tipo de célula cancerígena.
- d) Não deixaria nenhum amigo ou familiar ser submetido a tais tratamentos.
- e) Vale a pena, pois toda doença que é tratada no início esses tratamentos são extremamente eficazes, trazendo a cura ao paciente.

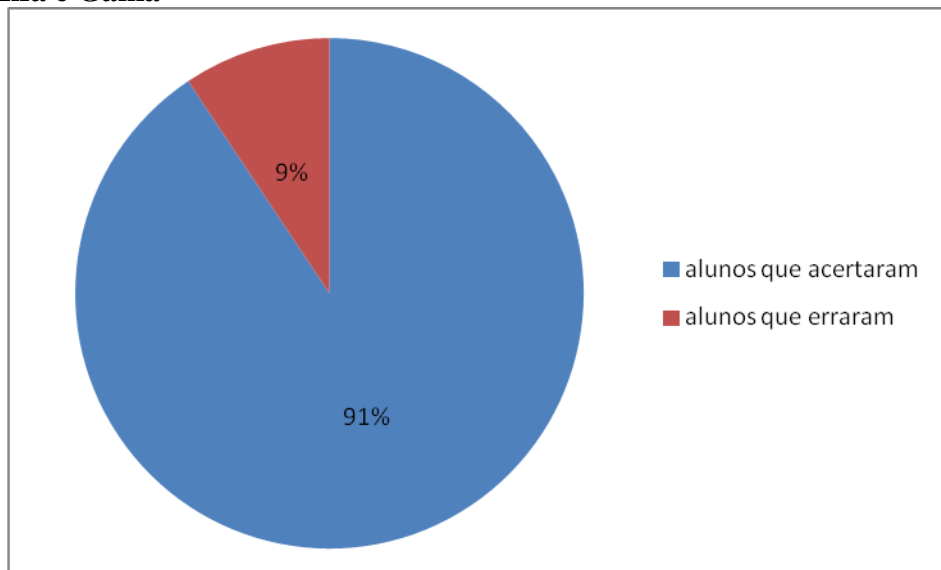


Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

O gráfico 6 mostra um resultado positivo, visto que 87% dos alunos acertaram a questão cujo o item correto é a letra E, dizendo conhecer alguém que já se utilizou desse tratamento, e a importância dele em nossas vidas. Apenas 13% não atingiram o objetivo que era esclarecer e mostrar como alguns tratamentos são eficazes para a vida humana.

Gráfico 7- Questão 7 – A radioatividade é um fenômeno nuclear, no qual átomos de certos elementos químicos emitem radiação na forma de partículas ou energia. Indique-as em ordem crescente de penetração na matéria.

- a) Alfa, Beta e Gama
- b) Alfa, Gama e Beta
- c) Beta, Alfa e Gama
- d) Gama, Beta e Alfa

e) Beta, Alfa e Gama

Fonte: Pesquisa realizada no Colégio Estadual Sílvia Romero, Lagarto, abril de 2017.

Analisando o gráfico da questão 7, os tipos de radiação emitidos pelo núcleo pode-se perceber que 91% dos discentes acertaram a questão que relaciona o quanto a radiação penetra na matéria, e somente 9% da amostra erraram, demonstrando um bom desempenho dos alunos com relação à temática abordada.

5.3 Avaliação feita pelos Alunos

Tendo em vista todos os resultados apresentados acima, buscou-se saber o que de fato os alunos acharam do trabalho desenvolvido. A grande reclamação dos discentes foi com o laboratório de informática, esse estava com problemas técnicos e sem acesso à internet, inviabilizando um resultado ainda melhor. Foi questionado também com relação aos exercícios feitos em grupos, para eles individualmente seriam mais proveitosos, visto que uns se preocupavam em fazer as atividades e outros não contribuía efetivamente na resolução das atividades.

Com relação à explicação dos conteúdos, segundo eles, foi muito boa, apesar do pouco tempo que tivemos para a exposição do vasto conteúdo apresentado. Levando em consideração todos os questionamentos, foi acrescido o número de aulas para uma unidade e assim melhorar todos os problemas técnicos relativos aos computadores, de modo que o produto educacional possa ser ainda mais eficaz em sua aplicação.

Pode-se então concluir, que apesar das dificuldades técnicas e estruturais da escola onde foi realizada a pesquisa, mesmo assim obtivemos um resultado positivo. Portanto para que a

aplicação produto educacional apresente resultados ainda melhores, é faz necessário a adequação do espaço escolar para que os alunos sejam motivados e despertem o interesse em estudar ciência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados no pré-teste e pós-teste, é possível inferir que houve sim rendimento na aprendizagem desses alunos, portanto o material é potencialmente significativo. Fazendo uma análise geral de todos os tópicos abordados no pré-teste, grande maioria dos alunos não tinha conhecimento claro do que viesse ser radioatividade ou tecnologias nucleares, isso pode ser notado facilmente quando se pergunta o que é ou onde você já ouviu falar sobre essa temática

Como os discentes vivem em um mundo tecnológico e informatizado, a facilidade de interação do objeto de estudo com a informação é muito grande, no entanto muita das vezes não andam juntas. Em todas as questões desde possíveis danos a sociedade e aplicações da radiação, foram observadas que os alunos não apresentavam conhecimento claro sobre esses assuntos.

Diante de várias problemáticas no decorrer da aplicação do produto, pode-se assim dizer que o mesmo é aplicável, muitos conceitos foram ressignificados, contribuindo para a alfabetização científica. Gerou um rendimento satisfatório evidenciado na comparação dos resultados, a dificuldade maior foi quando as atividades eram para usar os simuladores do Phet Colorado, muitos sentiram dificuldade para perceber determinados fenômenos físicos, isso não inviabiliza a utilização dos mesmos, ao contrário favorece e muito na visualização de fenômenos e consequente assimilação do assunto. Portanto o resultado do trabalho pode ser considerado positivo, pois suas representações sociais foram identificadas e aprimoradas, se tornaram mais críticos acerca do assunto e mais próximos de ferramentas tecnológicas que facilitam o ensino aprendizagem tornando-o mais interativo e prazeroso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSALO José Maria Filardo. Nascimentos da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 21, no. 2, Junho, 1999.

Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. (PCNs: Ensino Médio+, 2000) . Disponível em: <<http://scaranojr.com.br/Materiais/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 16 de janeiro de 2016.

CHAVES Elza Guedes. Universidade Federal de Goiás. Representações sociais sobre o acidente com o cézio-137. S.t. Oeste. Goiânia-GO, p. 03.

DAMASIO Felipe (2013) e TAVARES Aline (2013). A divulgação científica do tema da radioatividade fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V3(1), p. 23-34, 2013.

GUIMARÃES, L. dos S.; MATTOS, J. R. L. de. Energia Nuclear e Sustentabilidade. São Paulo:Blucher, 2010. "(Série sustentabilidade; v. 10 / José Goldemberg, coordenador), 146p.

HILGER, Thaís Rafaela. Aprendizagem significativa e representações sociais: aproximações teóricas. Universidade Federal Do Rio Grande do Sul

MERÇON, Fábio. "Radiações: Riscos e Benefícios." Disponível em: <http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_radiacoes_riscos_e_beneficios.pdf>. Acessado em 14 de Julho de 2017.

MOREIRA, M. A.; Masini, E. F. S. (2001) Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro.

MOREIRA, Marco Antônio O que é afinal aprendizagem significativa? Instituto de Física – 2010. UFRGS. P. (01 à 27).

MOREIRA, Marco Antônio, teoria da aprendizagem significativa, 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acessado em 29 de junho de 2017.

MOREIRA, Marco Antônio, teoria da aprendizagem significativa. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acessado em 28 de junho de 2017.

MOREIRA, Marco Antônio, teoria da aprendizagem significativa. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios3.pdf>>. Acessado em 29 de junho de 2017.

MOREIRA, Marco Antônio, teoria da aprendizagem significativa. UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – Instituto de Física – UFRGS.

MOTA, Matheus Leão e DUARTE, Ana Rosa. Ensino de radioatividade: uma proposta interdisciplinar e contextualizada. Publicação dos Encontros de profissionais da Química da Amazônia.

MOTA, Matheus Leão¹. "Ensino de radioatividade: uma proposta interdisciplinar e contextualizada mota, LEÃO¹ Matheus DUARTE, Ana Rosa¹."

MURRAY, R. L. Energia nuclear: *Uma introdução aos conceitos, sistemas e aplicações dos processos nucleares*. 2ª ed., Raleigh, North Carolina, Hemus, 2004, 308p.

N. L. Dias, A. G. Pinheiro e G. C. Barroso. Laboratório Virtual de Física Nuclear. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002.

NISENBAUM, M. A. *Estrutura Atômica*. Disponível em: <http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_estrutura_atmica.pdf>. Acessado em 19 de fevereiro de 2016.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011. Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica.

SCHENEIDER Rafael. Universidade Federal Do Rio Grande do Sul. Ensino de calorimetria com ênfase na habilidade da leitura e interpretação de gráficos. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/150234/001008014.pdf?sequence=1>> Acessado em 22 de junho de 2017.

SCHROEDER Edson e WENDT Itatiana Barbara Novak. Mapas Conceituais: um estudo sobre aprendizagem em aulas de ciências. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.3, n.3, p.67-96, nov. 2010.

TERRAZAN, E.A.. Ciência, Conhecimento e Cultura. Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 1997. Disponível em:<http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_utilizacaodesituacaodees.trabalho.pdf> Acessado em 19 de junho de 2017.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 8. ed. São Paulo: Atlas 2007.

APÊNDICES

1 Produto Educacional

**TECNOLOGIA NUCLEAR E APLICAÇÕES:
RESSIGNIFICAÇÕES DOS CONCEITOS
COM O USO DE MATERIAL
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO
PARA ESTUDOS DO ENSINO MÉDIO**



APRESENTAÇÃO

A física em sua concepção original é fascinante. Busca sempre explicações para todas as perguntas relacionadas ao universo científico. Iremos viajar por um mundo minúsculo, onde de nada se tem certeza, afinal a ciência é inacabada, nenhuma teoria e nenhum modelo são ditos como o único e inalterável. Nesse pequeno contexto conheceremos a estrutura da matéria e como ela foi transformada no decorrer dos séculos, evidenciando suas reestruturações para melhor compreensão da física moderna.

O estudo dessa ciência nos possibilita melhorias que transformam a vida humana. Já imaginou sua vida sem fenômenos relacionados à radioatividade? Não? Pois a partir desse caderno muitas informações serão apresentadas e uma nova forma de ver o mundo serão internalizadas. A inserção dessa temática tem como objetivo prepará-lo para o mundo moderno e tecnológico, para que assim possa ser capaz de transformar e avaliar ações vivenciadas em seu dia-a-dia, tornando ainda mais preparado intelectualmente e de pensamento crítico.

Nessa viagem pelo universo atômico, utilizaremos a ferramenta matemática para justificarmos alguns fenômenos radioativos, podendo assim usar fórmulas e plotar gráficos. Nada de difícil, ao contrário, serão visualizados e executados através do uso de simuladores, trazendo maior clareza na concepção da física nuclear. O contexto é abordado de forma clara e objetiva, desde a evolução dos modelos atômicos a aplicações da tecnologia nuclear. Em seu desenvolvimento foram incluídas atividades propostas e atividades relacionadas ao uso de simuladores, para que assim, a partir da prática, o conhecimento seja assimilado com maior facilidade.

Portanto, mais do que fornecer informações, esse caderno, contendo assuntos relevantes e pouco conhecidos pela maioria da população, procura desenvolver a capacidade dos alunos em aprender mais, além dos conceitos relacionados à física moderna, tornando-o um participante ativo na tomada de decisões e melhorando assim a visão de vida.

SUMÁRIO

1. EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS.....	4
2. ESTRUTURA DO NÚCLEO	8
3. ONDAS ELETROMAGNETICAS.....	17
4. ISÓTOPOS.....	22
5. RADIOATIVIDADE	22
6. REAÇÕES DE DECAIMENTO	23
6.1 PARTÍCULA ALFA	24
6.2 PARTÍCULA BETA	28
6.3 RAIOS GAMA.....	30
7. PODER DE PENETRAÇÃO DAS RADIAÇÕES NA MATÉRIA	31
8. RADIAÇÃO.....	33
9. VELOCIDADE MÉDIA DE DESINTEGRAÇÃO (OU ATIVIDADE DE UMA AMOSTRA).....	33
9.1 VIDA MÉDIA.....	34
9.2 MEIA-VIDA	34
10. TRAÇADORES RADIOATIVOS.....	35
11. DATAÇÃO POR CARBONO-14.....	35
12. APLICAÇÕES NUCLEARES.....	38
12.1 MEDICINA NUCLEAR	38
12.2 AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO.....	45
12.3 INDÚSTRIA	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
GLOSSÁRIO	54
ANEXOS.....	55

1 EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS

Você já se perguntou do que o mundo que nos rodeia é feito?

Alguma vez em sua vida você já se perguntou de que é feito tudo que te rodeia? Basicamente tudo gira em torno do conceito geral de matéria que é tudo aquilo que contém massa e ocupa um lugar no espaço. E fazendo uma análise mais aprofundada das propriedades da matéria relacionando-as não apenas com a composição do átomo, mas também com sua estrutura, assim ficará bem mais claro como é formada as coisas existentes no mundo.

Na evolução dos modelos atômicos, os quais são baseados em hipóteses e teorias para explicar a natureza da matéria, como também dos modelos nucleares, o conceito de átomo vem sendo edificado desde antes de Cristo por filósofos gregos estudiosos da época. Diante de tantas inquietações com relação ao átomo, os gregos iniciaram suas primeiras tentativas de compreender o visível a partir do invisível, sendo eles os precursores dessa ciência tão questionada, mesmo assim buscavam respostas mais científicas, algo que justificasse todas as concepções formadas da época. *“A ideia de que a matéria é constituída por átomos, isto é, por corpúsculos indivisíveis, foi estabelecida por Leucipo de Mileto (460-370 a.C.) e desenvolvida por Demócrito de Abdera (470-380 a.C.).”* (PEDUZZI, 2008, p.11). Durante vários anos muitos filósofos acreditavam que a existência de tudo que existe era fundamentada apenas na água fogo, ar e terra isoladamente, mas o filósofo Empédocles de Agrigento (492-432 a.C.) rompe definitivamente o monismo dos primeiros filósofos. Para Pitágoras a base de todas as coisas eram as estruturas geométricas, tentando matematizar a natureza, para Platão isso também era evidente, visto que as formas matemáticas seriam as ideais para formação das coisas existentes no universo, “Platão não é um atomista”.

Modelo de Demócrito e Leucipo, baseado em conceitos filosóficos, 450 a.c., eles acreditavam que o mundo material deveria ser constituído por partículas muito pequenas, indivisíveis, invisíveis, impenetráveis e animadas de movimento próprio, as quais eles denominavam de átomos, os quais são feitos de uma mesma substância e se diferem apenas em sua estrutura. Um exemplo pra diferenciar o doce do amargo justamente associar que átomos de formas regulares e arredondadas traziam consigo o sabor doce e os irregulares o sabor amargo etc. Para *Aristóteles*, *“a própria noção de átomo é incompatível com a lógica que admite a divisão da matéria em quantidades cada vez menores, pois por que haveria este processo de se deter em algum ponto?”* (PEDUZZI, 2008, p.25). Na verdade, ele faz uma comparação com um corpo qualquer que vai se dividindo e chega em um determinado momento

em que não será mais possível o fazer. Para ele a matéria seria dividida infinitamente, e o resultado dessa divisão não seria nada material.

Epicuro diverge de Demócrito, para ele átomos com mesmo tamanho e diferentes massas em seu interior influenciariam na queda dos corpos, ou seja, se existem espaços vazios, o corpo é relativamente mais leve, e esses corpos se movimentavam somente na direção vertical, já para Demócrito o átomo tinha liberdade de ocupar qualquer parte, e qualquer direção.

Diante de tantas incertezas “*Joseph Louis Proust (1754-1826) generaliza, em 1799, um resultado conhecido como a lei das proporções definidas: qualquer que seja o processo de formação de um composto, os elementos que o constituem se encontram sempre presentes em proporções bem definidas*”. (PEDUZZI, 2008, p.42) e a lei das proporções múltiplas, enunciada por John Dalton (1766-1844) em 1803. Após a comprovação experimental dessas leis é possível afirmar que a matéria é formada por átomos e que esses são indivisíveis.

Em 1808, Dalton publica “Um novo sistema de filosofia química”, no qual desenvolve suas convicções atomísticas. Quatro afirmações básicas compõem o núcleo dos conhecimentos sobre a constituição da matéria e de como os elementos se combinam:

- Os átomos são corpúsculos materiais indivisíveis e indestrutíveis;
- Os átomos de um mesmo elemento são idênticos em todos os aspectos;
- Os átomos de diferentes elementos possuem propriedades distintas quanto ao peso, tamanho, afinidade, etc;
- Os compostos são formados pela reunião de átomos de diferentes elementos, segundo proporções numéricas simples, tais como 1:1, 1:2, 2:3, etc. (PEDUZZI, 2008, p.43).

É relevante ressaltar que as ideias da existência do átomo grego, não foram os precursores para as conclusões de Dalton. Para os gregos a postulação do corpúsculo indivisível é intuitiva, especulativa, teórica. Nesta época os gregos tinham necessidade de explicar tudo, como se fossem donos da verdade, incontestáveis. Dalton utilizava estruturas conceituais diferentes, se baseia em metodologias científicas, postuladas anteriormente por Lavoisier, suas ideias ganharam ainda mais significado. A hipótese elaborada por Dalton não confirma a existência do átomo, mas sua contribuição para a ciência foi indiscutível, mesmo com erros e acertos, suas pesquisas foram de extrema relevância, afinal a ciência não é algo acabado e sim com possibilidade de reformulações e descobertas.

Muitos cientistas da época não acreditavam na existência do átomo, para eles eram imprescindíveis comprovações experimentais. Formular modelos a partir de hipóteses arbitrárias, não era suficiente para determinar qual a estrutura da matéria nem tão pouco explicar a natureza. E se confirmasse o átomo como não observável, não passava de algo não

real e que deveria ser banido da ciência. Para Boltzmann defendia que “*Os modelos científicos não são induzidos da experiência, pois é da teoria para os fatos que o espírito científico se move.*” Para ele, existe uma realidade independente do observador, e se recusa a aceitar ideias que venham excluir a existência do átomo.

No final do século XIX, as dúvidas continuaram, pois ainda não se explica a estrutura do átomo através da física clássica e nem tão pouco uma definição exata de como se comportava as ondas eletromagnéticas.

Em 1903, J. J. Thomson estabelece seu modelo “*Como o átomo é eletricamente neutro e existem elétrons em seu interior, há cargas positivas que as contrabalançam.*” (PEDUZZI, 2008, p.174). Nesse modelo o átomo era constituído por uma esfera maciça de eletricidade positiva, e os elétrons estariam incrustados nessa esfera, esse modelo ficou conhecido como “pudim de passas”. Na tentativa de explicar como aconteceria a emissão de luz e de raios X pelos átomos, ele propôs as vibrações desses elétrons dentro da esfera, onde em seus anéis mais internos provocaria a emissão de raios X e os anéis mais externos emissão de luz, esses elétrons segundo ele estariam distribuídos em quase toda a totalidade do átomo.

Durante muitos anos de estudos e evoluções, as afirmações sobre o conceito de átomo tomam direções diversificadas. Marsden e Geiger eram alunos de Rutherford na universidade de Manchester, ao investigarem o espalhamento de partículas alfa por uma folha fina de metal, observaram que quando essas partículas passavam pela folha, muitas delas tinham desvios bem significativos. O modelo de J. J. Thomson começa a apresentar suas falhas, onde em seu modelo o átomo não apresentava concentração de cargas positivas, dessa forma não teria uma explicação óbvia para tais desvios. Daí surgiu Rutherford o mesmo descobriu e nomeou as radiações alfa e beta, descobriu o núcleo do átomo e o próton e ainda sugeriu a existência do nêutron, mas apesar de sua grande contribuição para o conhecimento da estrutura do átomo ele não explicava o porquê dos elétrons ficarem girando em torno do núcleo. A descoberta do nêutron aconteceu no ano de 1932 com o físico inglês James Chadwick, ele afirmou as previsões feitas 1920 por Rutherford. Para apresentar um modelo mais completo, afirmava que o átomo possuía um núcleo com cargas positivas, não todo o átomo como dizia Thomson e ao redor desse átomo estariam girando elétrons de carga elétrica negativa, os quais tinham estabilidade em suas órbitas. Diante dessas possíveis soluções de Rutherford, ainda existia um problema, se tem um núcleo positivo e elétrons girando, certamente devido à atração eletrostática, o núcleo iria colapsar. Nesse cenário de descobertas surge então à teoria de

Maxwell afirmando que se existem elétrons em movimento existe sim emissão de energia, diferentemente da estabilidade proposta Rutherford.

Diante de tantas afirmações, num momento onde cada cientista propõe suas ideias e as potencializam como verdadeira, aparece então Bohr, o qual aprimorou o modelo de Rutherford, explicando porque o elétron gira em torno do núcleo. Postula também a não emissão de radiação pelo elétron proposta por Maxwell para alguns estados de energia, portanto sua energia E permanece constante. Elimina o problema da estabilidade de um elétron se movendo em órbita circular. Quando um átomo recebe energia (excitado por uma chama ou uma descarga elétrica, por exemplo), seu elétron saltava para uma órbita de maior energia, ocorrendo à absorção de energia e de uma camada mais distante para uma mais próxima do núcleo, onde assim ocorreu a liberação de energia. Coube ao físico inglês James Chadwick (1891-1974) a descoberta em 1932, das partículas neutras propostas por Rutherford, as quais foram identificadas por meio de experimentos com materiais radioativos.

Modelo atômico atual (1926) é um modelo matemático-probabilístico que se baseia em dois princípios:

I. Princípio da incerteza de Heisenberg onde é impossível determinar com precisão a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante, isso fez com que a teoria de Bohr fosse ultrapassada pelo modelo quântico. Esse novo modelo teve a contribuição de vários estudiosos, um desses se destaca Schrödinger, definindo que o elétron não é puntiforme, a qual não se desloca ao longo de um circunferência, o elétron pode estar em qualquer posição próxima do núcleo, definida por sua equação de distribuição de probabilidade, ou seja, o elétron poderia se encontrar em qualquer posição em torno do núcleo.

II. Princípio da Dualidade da Matéria de Louis de Broglie: O elétron apresenta característica dual, ou seja, comporta-se como matéria e energia sendo uma partícula-onda.

A mecânica quântica é focada nos estudos de sistemas microscópicos, não definimos em qual posição exatamente encontra-se o elétron, agora os casos são tratados em qual região de maior probabilidade poderia se encontrar o elétron. Na figura abaixo podemos visualizar como os modelos atômicos foram aperfeiçoados no decorrer dos séculos e o quão foram modificadas suas estruturas, desde os gregos até o modelo atual.

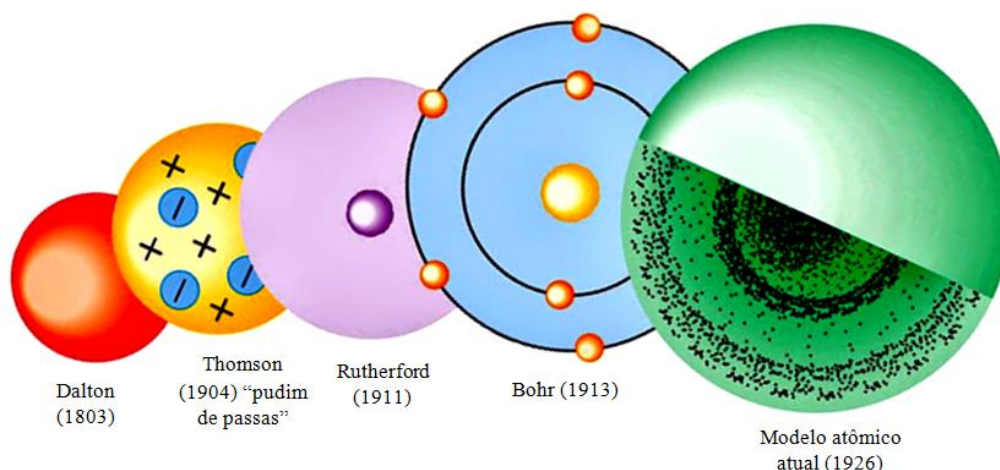


Figura 1: Representação dos modelos atômicos¹

2 ESTRUTURA DO NÚCLEO

Conhecendo mais um pouquinho sobre o átomo

Para entender melhor a posição do número de massa, número atômico e número de nêutrons de um elemento químico qualquer, observe o esquema abaixo:



X → Representa o elemento químico, o qual é formado por um conjunto de átomos que possuem o mesmo número atômico (Z);

A → É denominado número de massa (A), que corresponde à soma do número de prótons (Z), sendo que p é o número de prótons e n número de nêutrons, $A = p + n$;

Z → Esse é o úmero atômico (Z) é o número de prótons existentes no núcleo de um átomo, $Z = P$.

A visão moderna da estrutura do átomo

Desde muitos anos muito se tem estudado de forma detalhada o núcleo atômico. O átomo contém três partículas subatômicas: *próton*, *nêutron* e *elétron*. Prótons e nêutrons são encontrados no núcleo do átomo, que, como proposto por Rutherford, é extremamente pequeno. A maior parte do volume atômico é o espaço no qual o elétron é encontrado. Eles são atraídos pelos prótons no núcleo pela força que existe entre as partículas de cargas elétricas opostas.

¹ <http://quimicaensinada.blogspot.com.br/2013/05/modelos-atomicos.html>

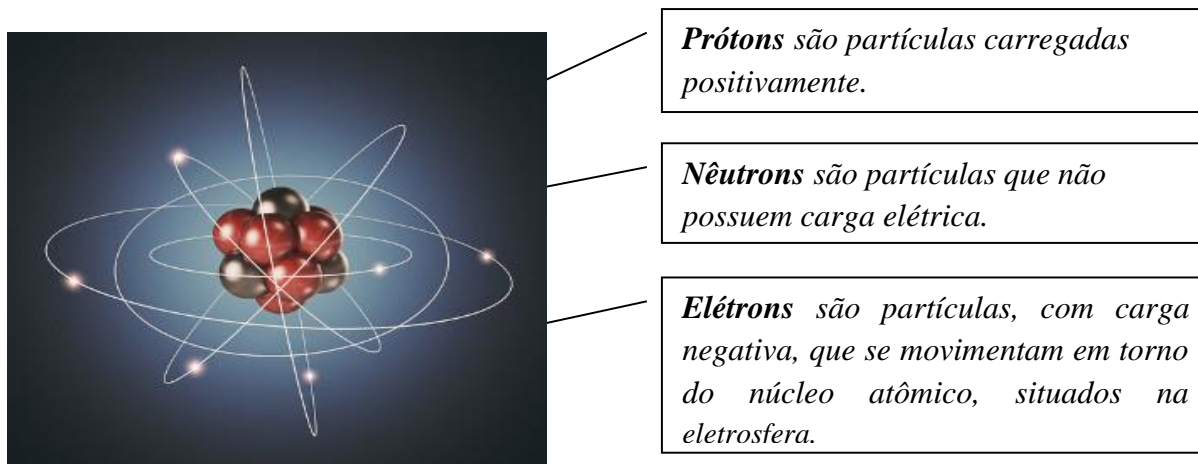


Figura 2: Ilustração de um modelo de átomo²

O PhET Colorado

O projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Suas pesquisas são focadas em educação, buscando a interatividade dos alunos, onde visa resgatar os discentes a explorarem as simulações, aprender os conceitos de forma mais divertida, promovendo assim o conhecimento proposto. Nas figuras abaixo, 3 e 4, teremos como objetivo: Visualizar modelos diferentes do átomo de hidrogênio, mostrar que os conceitos de cada modelo foram se modificando no decorrer do tempo.

ROTEIRO GERAL PARA O USO DOS SIMULADORES UTILIZADOS NO CADERNO DIGITAL DE TECNOLOGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES

A escola brasileira da atualidade, em sua maioria, vem padecendo de recursos experimentais em ciências, principalmente no ensino de física, que requer de observações constantes para melhor compreensão de fenômenos.

A interação entre os jovens e as mídias digitais se desenvolvem “à passos largos” com o avanço tecnológico vigente numa sociedade de muitas demandas. O uso de aplicativos e simuladores para smartphones e PC’s vem se tornando uma alternativa a essa escassez de recursos didáticos para experimentações, infraestrutura para acomodação do aparato e pessoal de manutenção dos laboratórios. Portanto o uso de ferramentas tecnológicas é sim um

² <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/estrutura-atomo.htm>

mecanismo inovador, a qual busca mostrar conceitos físicos, através da visualização de fenômenos associando-os muitas das vezes com sua própria realidade, facilitando a aprendizagem desses alunos. Essa metodologia também é uma das soluções plausíveis para diferenciar do ensino tradicionalista que desestimula e interrompe, muitas das vezes, a continuidade do aluno na escola, e a partir dessas modificações deixando-o mais disposto para enfrentar tais dificuldades.

Justificativas

O uso da tecnologia é algo que diversifica o ambiente escolar e traz diferentes formas de assimilar o conhecimento. Partindo dessa ideologia utilizaremos ferramentas computacionais, buscando mostrar fenômenos físicos, proporcionando ao aluno interações a partir do uso de simuladores, capazes de despertar o “querer” aprender. O principal objetivo é facilitar a assimilação de conceitos físicos, através de simuladores do PHET Colorado, fazendo a associação da teoria com a parte “experimental” apresentada no decorrer desse tutorial, e assim tornar a aprendizagem mais ainda significativa. A cada simulador utilizado no decorrer do trabalho teremos um tutorial curto e objetivo, para que os discentes possam compreender melhor os assuntos abordados.

Metodologia aplicada

O uso desses simuladores em sala de aula será feita de forma simples e direta. Uma vez baixado em smartphones e PC's, o alunado poderá, de acordo com a sequência dos conteúdos abordados, manusear e tentar descobrir o que está acontecendo e assim reestruturar conceitos já existentes. O professor mediador participará, junto com seus alunos, dessa reestruturação conceitual, tirando as dúvidas existentes, norteando-os e mostrando a relação da teoria com a simulação apresentada no decorrer do trabalho. Abaixo serão descritas os simuladores para Modelos atômicos, Partícula Alfa e Beta e o modelo de Rutherford.

1. Modelos Atômicos

Nesse simulador poderão ser visualizadas as diferentes estruturas do átomo e ao final perceber a importância de cada modelo.

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- Visualizar modelos diferentes do átomo de hidrogênio;
- Explicar as previsões experimentais de cada modelo e o que cada cientista defendia na época;

- Explicar por que cada modelo cientificamente era inadequado.

» TUTORIAL DO SIMULADOR

Entre num navegador e na caixa de endereços, digite o link a seguir ou busque no Google: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/hydrogen-atom.

Após clicar nesse link aparecerá a janela apresentada na figura 3. Quando clicar na seta vermelha, abrirá a janela perguntando se quer abrir esse simulador com o aplicativo padrão Java, o qual já deve está instalado em seu PC ou smartphones.

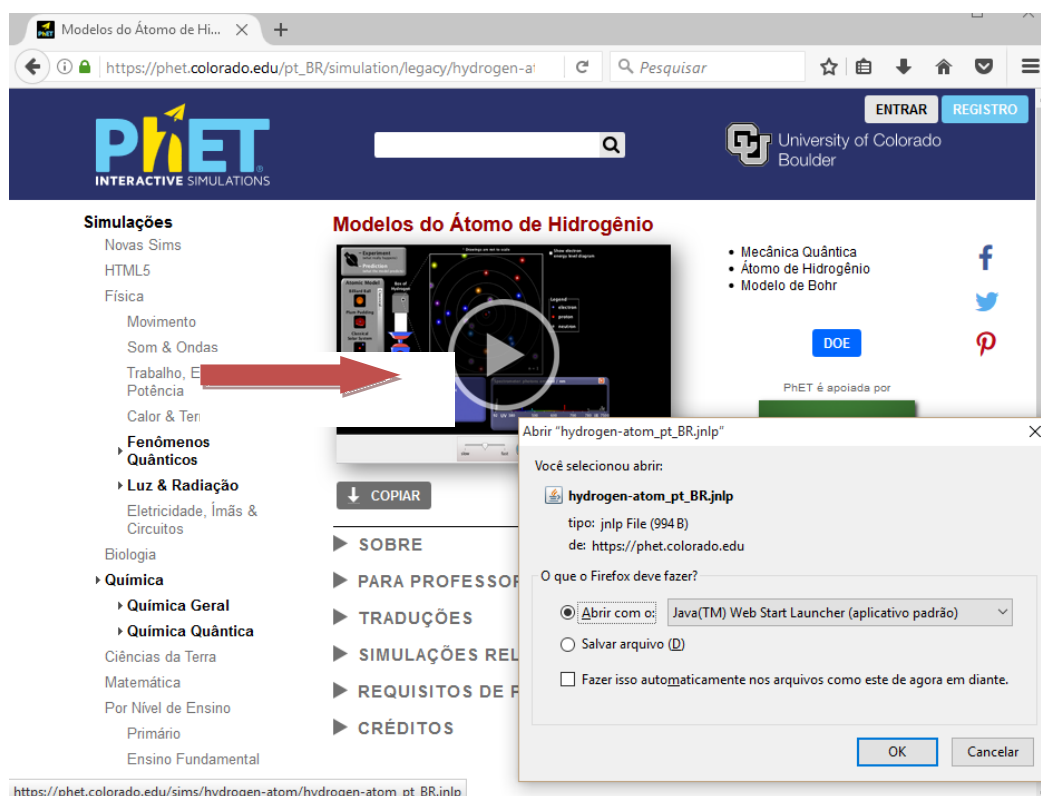


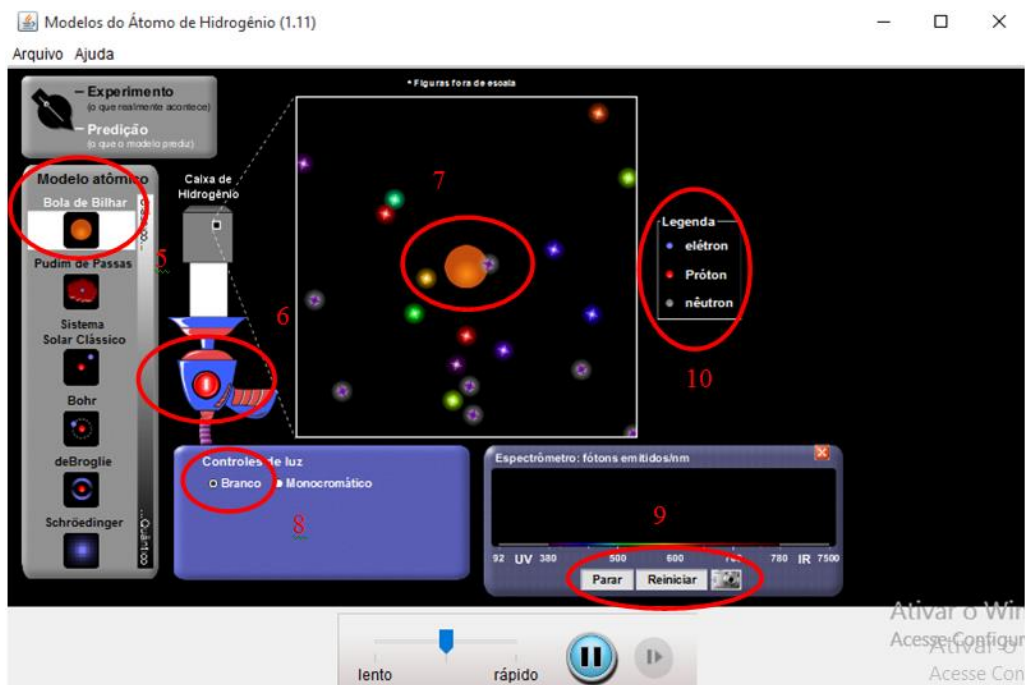
Figura 3: Tela inicial do simulador sobre os modelos do átomo de Hidrogênio.³

Após clicar em OK abrirá a janela abaixo:

³ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/hydrogen-atom



1. Nesse comando coisas acontecem sem a visualização do átomo.
2. Caixa de hidrogênio.
3. Existe um único átomo de hidrogênio, o qual está escondido atrás da caixa preta.
4. Aqui você aumenta ou diminui a velocidade dos fótons.



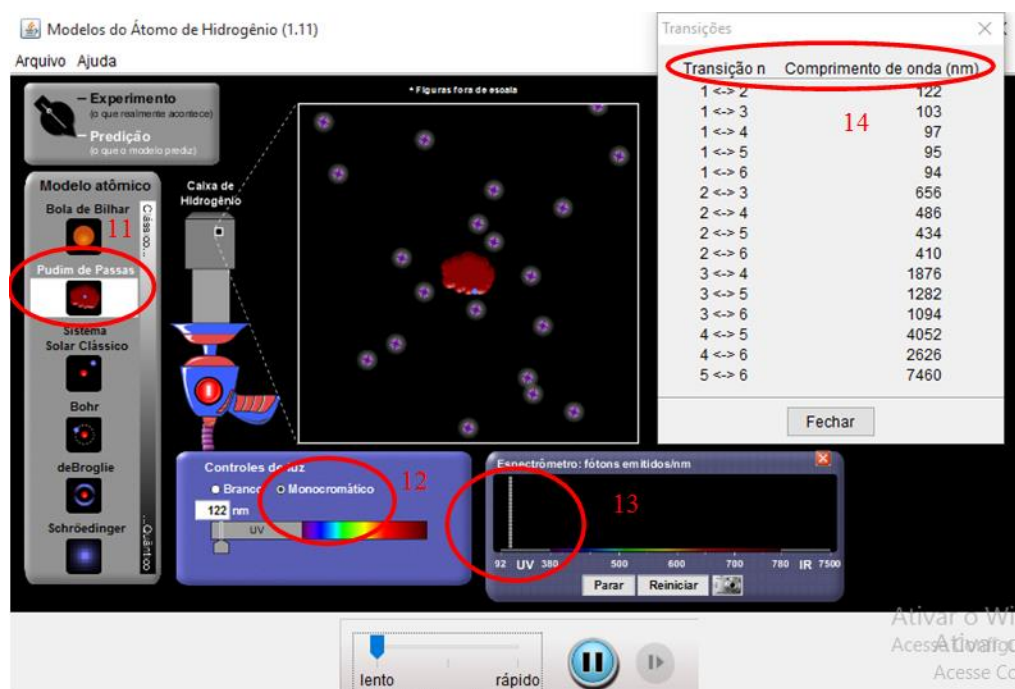
5. Primeiro modelo a ser observado, bola de bilhar.
6. Nesse botão vermelho é acionado o canhão com os fótons.

7. À medida que você seleciona o modelo, o mesmo aparecerá centralizado recebendo os fótons.

8. Nesse são emitidas apenas luz branca.

9. Esse botão para ou reinicia o espectrômetro, que é utilizado para medir as propriedades da luz, em uma determinada faixa do espectro eletromagnético.

10. Legenda para facilitar a identificação de cada elemento.

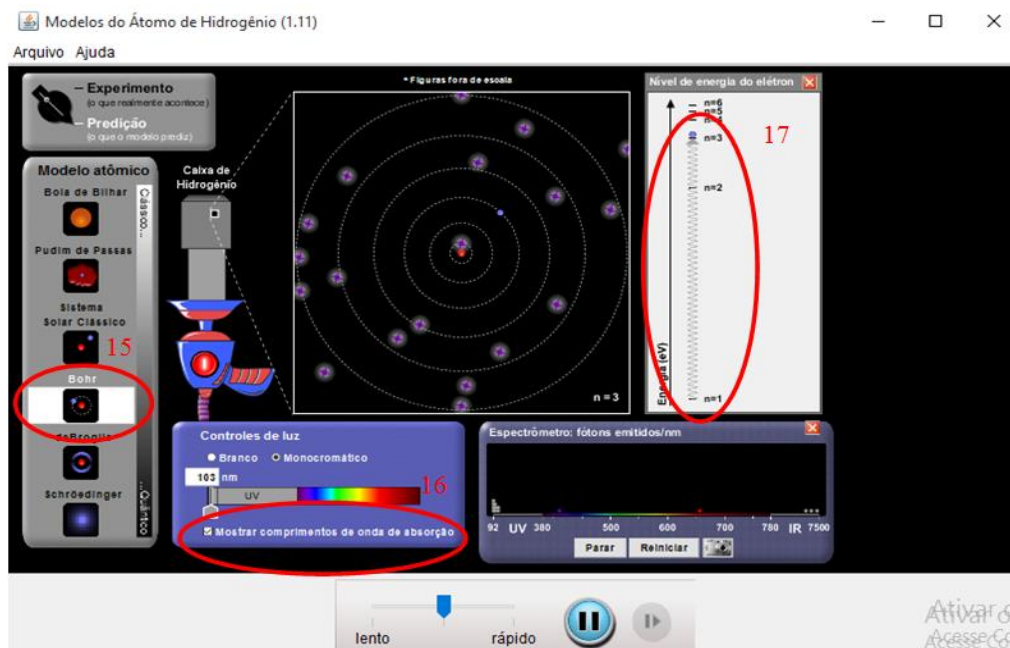


11. Modelo do pudim de passas.

12. Clica-se em monocromático, nele é possível escolher qual a cor de luz pode ser observada.

13. Aqui temos o espectrômetro, o qual fará a contagem dos fótons emitidos.

14. De acordo com cada comprimento de onda, existem as respectivas transições.



15. Átomo de Bohr.

16. Esse campo selecionado mostra os comprimentos de onda de absorção.

17. À medida que o elétron muda de posição, de um nível para o outro, essa energia é especificada nessa caixa de níveis de energia do elétron.

» ATIVIDADE REFERENTE AO USO DO SIMULADOR: MODELOS ATÔMICOS

1. Complete o quadro abaixo comparando os 6 modelos com o experimento (o que realmente está acontecendo) e explique por que o modelo não condizia as observações experimentais.

Modelos atômicos	Observações	Quais seriam as inadequações para que cada modelo fosse reformulado no decorrer dos anos?
Bola de bilhar		
Pudim de passas		
Sistema solar clássico		
Bohr		
De Broglie		
Schrodinger		

2. Qual é o valor n para o "estado fundamental" do hidrogênio?
3. Ao ligar a arma branca, a luz branca fica brilhando em uma caixa transparente moléculas de gás hidrogênio. Explique por que, com a luz branca, os fótons da luz passando pela caixa têm cores diferentes.
4. Inicialmente clic no modelo de Bohr. Observe esse modelo sem ligar a luz branca e nem a monocromática, analise o que acontece com o elétron. Ligue a luz branca e observe que o elétron fica mudando seus níveis de energia, você sabe dizer o que está acontecendo? Após essa análise ative as luzes, em momentos distintos. Ative também o espectrômetro e o diagrama de níveis e veja o que acontece. Descreva com suas palavras o que foi observado nesse modelo.

1. SIMULADOR DO MODELO DE RUTHERFORD

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- Descrever a diferença entre o espalhamento por núcleo carregado positivamente e átomo pudim de passas eletricamente neutro.

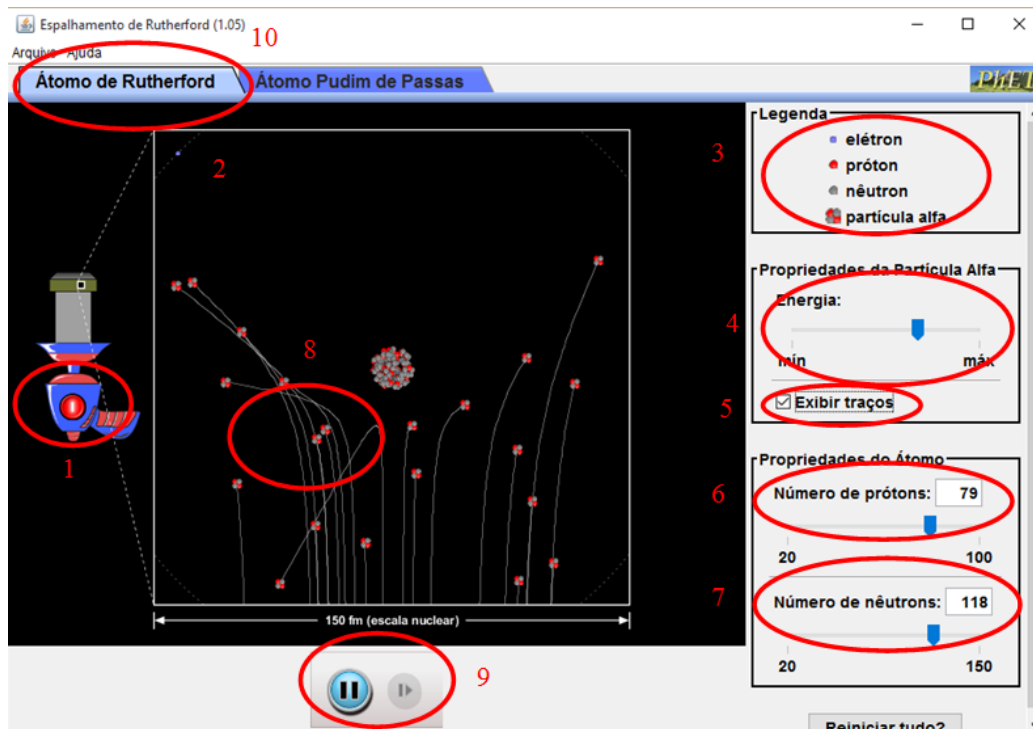


Figura 4: Simulador para o modelo de Rutherford e Thomson.⁴

1. Nesse botão vermelho ativa-se o canhão.

⁴ https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_pt_BR.html

2. Observem que o elétron fica girando ao redor do núcleo.
3. Legenda para facilitar a identificação dos elementos.
4. Pode-se variar a intensidade da energia.
5. Esse campo selecionado traça o caminho que as partículas Alfas fazem, caso não esteja selecionado as linhas desaparecem.
6. O número de prótons pode ser alterado.
7. Assim como o número de nêutrons podem sofrer alterações.
8. Partículas Alfa.
9. Botão de controle
10. Simulador para o modelo de Rutherford.

» ATIVIDADE REFERENTE AO USO DO SIMULADOR: RUTHERFORD

1. Porque as partículas alfas sofrem desvios de trajetória? Justifique sua resposta.
2. Quando variamos as propriedades dos átomos, ou seja, os prótons e nêutrons, o que acontece com as partículas alfa?

» ATIVIDADE PROPOSTA

1. Relacione cada cientista com sua respectiva descoberta:

- | | | |
|---------------|--------|---|
| a) Demócrito | () | Descobridor do nêutron. |
| b) Thomson | () | Seu modelo atômico era semelhante a uma bola de bilhar. |
| c) Rutherford | () | Seu modelo atômico era semelhante a um “pudim de passas”. |
| d) Dalton | () | Foi o primeiro a utilizar a palavra átomo. |
| e) Chadwick | () | Criou um modelo para o átomo semelhante ao Sistema Solar. |

2. Ao longo dos anos, as características atômicas foram sendo desvendadas pelos cientistas. Foi um processo de descoberta no qual as opiniões anteriores não poderiam ser desprezadas, ou seja, apesar de serem ideias ultrapassadas, fizeram parte do histórico de descoberta das características atômicas.

Vários foram os colaboradores para o modelo atômico atual, dentre eles Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Abaixo você tem a relação de algumas características atômicas, especifique o cientista responsável por cada uma destas teorias:

I. O átomo é comparado a uma bola de bilhar: uma esfera maciça, homogênea, indivisível, indestrutível e eletricamente neutra.

II. O átomo é comparado a um pudim de ameixas: uma esfera carregada positivamente e que elétrons de carga negativa ficam incrustados nela.

III. Átomo em que os elétrons se organizam na forma de camadas ao redor do núcleo.

III. Átomo que apresenta um núcleo carregado positivamente e ao seu redor gira elétrons com carga negativa.

3. Um átomo de determinado elemento químico contém 35 prótons.

a) Quantos elétrons esse átomo possui?

b) Sabendo que um isótopo desse átomo representa número de massa (A) igual a 80, quantos nêutrons há nesse núcleo atômico?

3 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

O que são ondas?

São perturbações que se propagam num meio, transportando energia e não matéria. As ondas costumam ser classificadas de acordo com o meio em que se propagam o que determina sua natureza: ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.

Ondas eletromagnéticas: São aquelas que não necessitam de um meio material para propagar-se, ou seja, aquelas que conseguem se propagar no vácuo (não material).

A energia eletromagnética não precisa de um meio material para se propagar, sendo definida como uma energia que se move na forma de ondas eletromagnéticas, à velocidade da luz (300.000 km/s). Dado que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é diretamente proporcional à sua frequência e comprimento de onda, esta pode ser expressa por:

$$c = f \cdot \lambda$$

Onde:

c = velocidade da luz (m/s)

f = frequência (ciclos/s ou Hz)

λ = comprimento de onda (m)

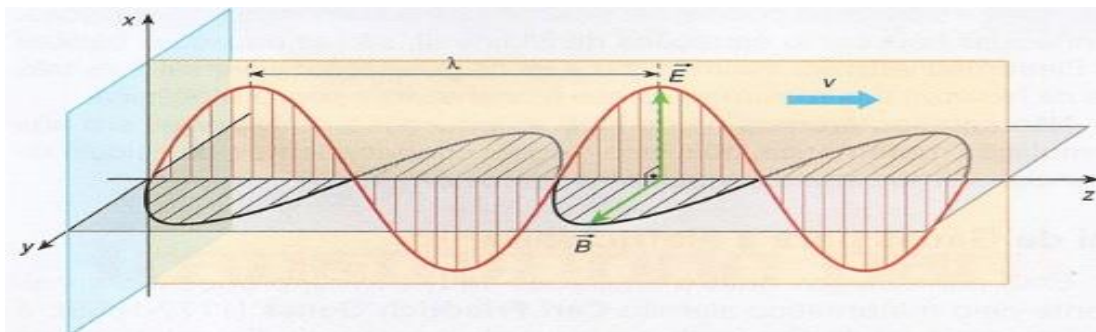


Figura 5: Flutuações dos campos elétrico e magnético de uma onda.⁵

Essas ondas eletromagnéticas são geradas pela movimentação de cargas. Sendo assim, podemos dizer que uma carga elétrica em movimento de vibração gera uma perturbação periódica no espaço, em forma de campos elétricos e magnéticos que oscilam com a mesma frequência de vibração da carga.

Ondas mecânicas: Se propagam apenas em meios materiais e nunca no vácuo.

Exemplo: Sons produzidos pelas cordas de violão, ondas em uma corda, ondas no mar etc.

Espectro eletromagnético

É o intervalo completo da radiação eletromagnética que contém as ondas de rádio, as microondas, o infravermelho, **os raios X**, a radiação gama, os raios violeta e a luz visível ao olho humano, dependendo de sua frequência. A figura abaixo exemplifica o espectro eletromagnético e seus respectivos comprimentos de onda.

⁵ <http://www.smar.com/brasil/artigo-tecnico/emi-interferencia-eletromagnetica-em-instalacoes-industriais-e-muito-mais>

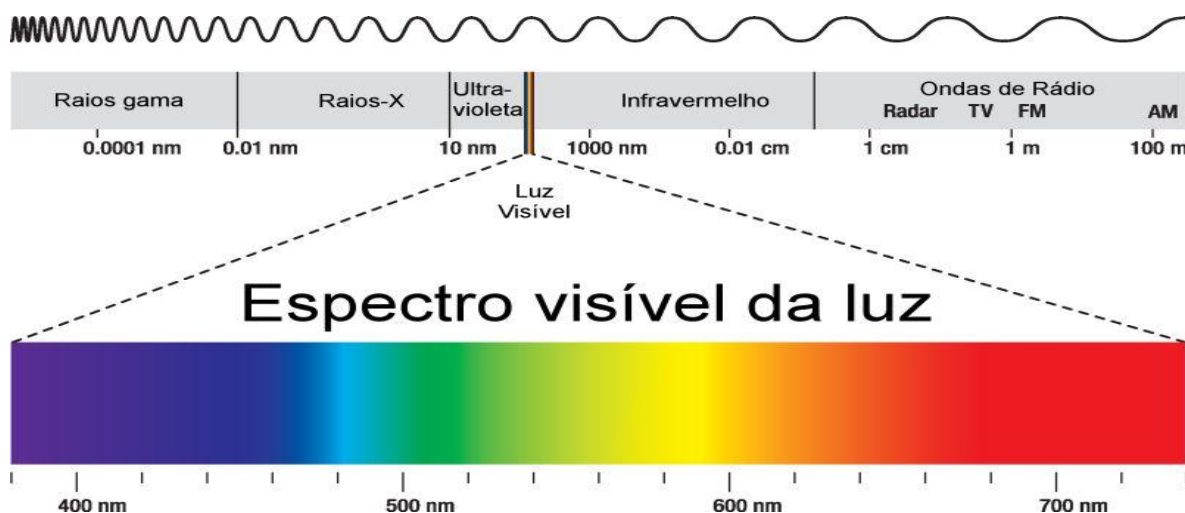


Figura 6: Figura extraída do Google, espectro eletromagnético.⁶

Ondas de Rádio

São ondas eletromagnéticas de baixas frequências, até cerca de 10^8 Hz. São utilizadas para fazer as transmissões das estações de rádio.

Micro-ondas

Essas ondas possuem frequências compreendidas entre 10^8 Hz e 10^{11} Hz. O som é transmitido por meio de ondas eletromagnéticas, sendo transportadas por sinais via satélite, cada canal possui sua própria frequência. Essas são utilizadas também telecomunicações, ou transmissões telefônicas.

Infravermelho

Infravermelho significa “abaixo do vermelho”. Ele é o responsável, por exemplo, por boa parte do transporte de calor de uma fogueira até as pessoas ao seu redor, da chama de um forno até o alimento que está assando e muitos outros.

Radiação Visível

As ondas eletromagnéticas que possuem frequência compreendida entre $4,6 \times 10^{14}$ Hz e $6,7 \times 10^{14}$ Hz essa faixa sensibiliza nossa visão, são as chamadas radiações luminosas, ou seja, a luz. Nossos olhos humanos não conseguem ver o restante das radiações que compõe o espectro eletromagnético. Os tons de vermelho aparecem na extremidade de frequência mais baixa do

⁶ <http://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>

espectro visível, e o violeta aparece na extremidade de frequência mais alta.

Radiação Ultravioleta

As frequências dessa radiação são superiores às da região visível ao olho humano. O Sol envia a Terra, juntamente com a luz visível, ondas eletromagnéticas de várias intensidades de frequência, como o infravermelho e o ultravioleta. O ser humano não deve ficar muito tempo exposto ao sol, pois essa radiação pode trazer sérios riscos, até mesmo o câncer.

Raios X

Esse tipo de radiação tem a capacidade de atravessar corpos de baixa densidade e são absorvidos por materiais de densidade maior.

Raios Gama

Possuem frequência superior aos raios X e são ainda mais penetrantes e perigosos. Nas usinas nucleares, complexos processos envolvendo o núcleo dos átomos também produzem esses raios. Os raios gama são utilizados, de modo controlado, sob indicação e supervisão médica, em uma técnica chamada de radioterapia.

» ATIVIDADE PROPOSTA

1. (UFPR) O primeiro forno de micro-ondas foi patenteado no início da década de 1950 nos Estados Unidos pelo engenheiro eletrônico Percy Spence. Fornos de micro-ondas mais práticos e eficientes foram desenvolvidos nos anos 1970 e a partir daí ganharam grande popularidade, sendo amplamente utilizados em residências e no comércio. Em geral, a frequência das ondas eletromagnéticas geradas em um forno de micro-ondas é de 2450 MHz. Em relação à Física de um forno de micro-ondas, considere as seguintes afirmativas:

1. Um forno de micro-ondas transmite calor para assar e esquentar alimentos sólidos e líquidos.
2. O comprimento de onda, dessas ondas é de aproximadamente 12,2 cm.
3. As ondas eletromagnéticas geradas ficam confinadas no interior do aparelho, pois sofrem reflexões nas paredes metálicas do forno e na grade metálica que recobre o vidro da porta.

Justifique todas as alternativas.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.

- d) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

2. (UNESP) A luz visível é uma onda eletromagnética, que na natureza pode ser produzida de diversas maneiras. Uma delas é a bioluminescência, um fenômeno químico que ocorre no organismo de alguns seres vivos, como algumas espécies de peixes e alguns insetos, onde um pigmento chamado luciferina, em contato com o oxigênio e com uma enzima chamada luciferase, produz luzes de várias cores, como verde, amarela e vermelha. Isso é o que permite ao vaga-lume macho avisar, para a fêmea, que está chegando, e à fêmea indicar onde está, além de servir de instrumento de defesa ou de atração para presas.

As luzes verde, amarela e vermelha são consideradas ondas eletromagnéticas que, no vácuo, têm:

- a) os mesmos comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- b) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- c) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e iguais velocidades de propagação.
- d) os mesmos comprimentos de onda, as mesmas frequências e iguais velocidades de propagação.
- e) diferentes comprimentos de onda, as mesmas frequências e diferentes velocidades de propagação.

3. Todos os dias ficamos expostos a vários tipos de radiações. Seja numa clínica para se realizar um exame com raios X ou simplesmente andando pelas ruas, nosso organismo é constantemente bombardeado por elas. Marque a alternativa que apresenta a radiação de maior penetração no organismo humano.

- a) Luz visível
- b) Raios gama
- c) Ultravioleta
- d) Infravermelho
- e) Micro-ondas

4. Faça uma lista das utilidades das ondas eletromagnéticas em seu dia-a-dia. Confronte-a com a de seus colegas e, a seguir, responda: a humanidade teria a mesma qualidade de vida se não utilizasse as tecnologias associadas às ondas eletromagnéticas? Justifique sua opinião.

» Leitura Complementar

A descoberta da radioatividade. Disponível na página da UFRGS:

https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s02.html.

Leitura e formação de grupos para discussão em sala de aula.

4 ISÓTOPOS

Os **isótopos** são dois átomos do mesmo elemento químico com números de massa (A) diferentes e números atômicos (Z) iguais. A diferença se encontra no número de nêutrons. Como os isótopos de um elemento têm o mesmo número de prótons e elétrons, eles têm essencialmente as mesmas propriedades físicas e químicas. Na classificação dos átomos temos também os **isóbaros**, os quais são átomos de diferentes números de próton, mas que possuem o mesmo número de massa (A). Os **isótonos** apresentam átomos de diferentes números de prótons e de massa, mas que possuem mesmo número de nêutrons, para isso é preciso calcular $N = A - Z$.

O **radioisótopo** é o átomo que apresenta um núcleo radioativo. Quando o radioisótopo se transforma em um isótopo, libera uma energia chamada de *partículas alfa*, *partículas beta* ou *radiação gama*. Os radioisótopos são muito utilizados em tratamentos médicos e diagnósticos e podem ser divididos em naturais (urânio, polônio, etc.) e artificiais. Devido a esses átomos de isótopos radioativos são muitos instáveis, seus núcleos acabam liberando radiações e partículas eletromagnéticas de altíssima energia, transformando assim em novos elementos, esses processos são denominados de **decaimento radioativo** ou **reação de transmutação** ou, ainda, **reação de desintegração radioativa**.

5 RADIOATIVIDADE

Durante muitos anos se tentou explicar determinados fenômenos associados a estrutura atômica, tendo assim a necessidade de se descobrir um modelo novo capaz de explicar a origem

da radiação. Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen descobriu os raios X, onde em 1896 publicou sua descoberta e em 1901 ganhou o prêmio Nobel de Física. Esse trabalho foi de grande relevância para a medicina, pois foi a partir desta que foram possíveis fazer diagnósticos médicos. Essa descoberta fez com que dezenas de pesquisadores retomassem tais estudos, assim como Antoine Henri Becquerel que fez seu experimento com cristais de urânio sobre uma chapa fotográfica e observou acidentalmente a emissão de radiação. Posteriormente, outros cientistas contribuíram para as investigações do fenômeno da radioatividade, entre eles a física polonesa Marie Curie (1867-1934), seu marido Pierre Curie (1859-1906) e o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e seus colaboradores.

A radioatividade é um fenômeno nuclear, no qual átomos de certos elementos químicos emitem radiação na forma de partículas ou energia. Tendo assim um núcleo instável, e em busca de estabilidade dentro do núcleo o mesmo acaba emitindo radiação, transformando-se em um novo elemento, ou seja, desintegrando-se.



Figura 7: Figura extraída do Google, Símbolo Internacional da Radioatividade.⁷

6 REAÇÕES DE DECAIMENTO

A radioatividade consiste na emissão de partículas e radiações eletromagnéticas por núcleos instáveis, que se transformam em núcleos mais estáveis. Essas reações nucleares são chamadas **reações de desintegração radioativa** ou **reações de transmutação**, ou ainda **reações de decaimento**.

No decaimento natural de um núcleo atômico, podem ser emitidas partículas: α (alfa) e β (beta) e raios γ (gama).

⁷ http://www.laifi.com/laifi.php?id_laifi=499&idC=4029#

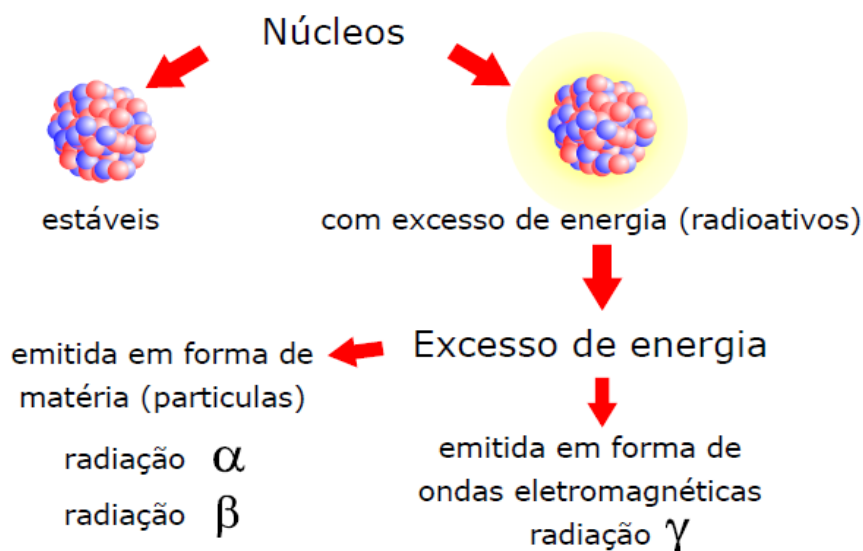


Figura 8: Esquema da desintegração de um átomo, podendo emitir partículas radioativas.⁸

6.1 Partícula Alfa

Radiação alfa (α): Essa também é chamada de partículas alfa ou raios alfa, essas são carregadas por dois prótons e dois nêutrons, sendo, portanto, núcleos de hélio. Apresentam carga positiva +2 e número de massa 4.

Características da partícula alfa

- Carga positiva $Q = 2$, (duas vezes a carga do elétron);
- Partícula pesada, massa grande com relação às outras partículas;
- Velocidade pequena;
- Poder de penetração muito baixa, não atravessa uma folha de papel.

Simulador de Decaimento Alfa

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- Explicar o que ocorre na radiação alfa.
- Observar como ocorre com um elemento que sofre decaimento alfa.
- Explicar o conceito de meia-vida.

⁸ <http://www.cnem.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>

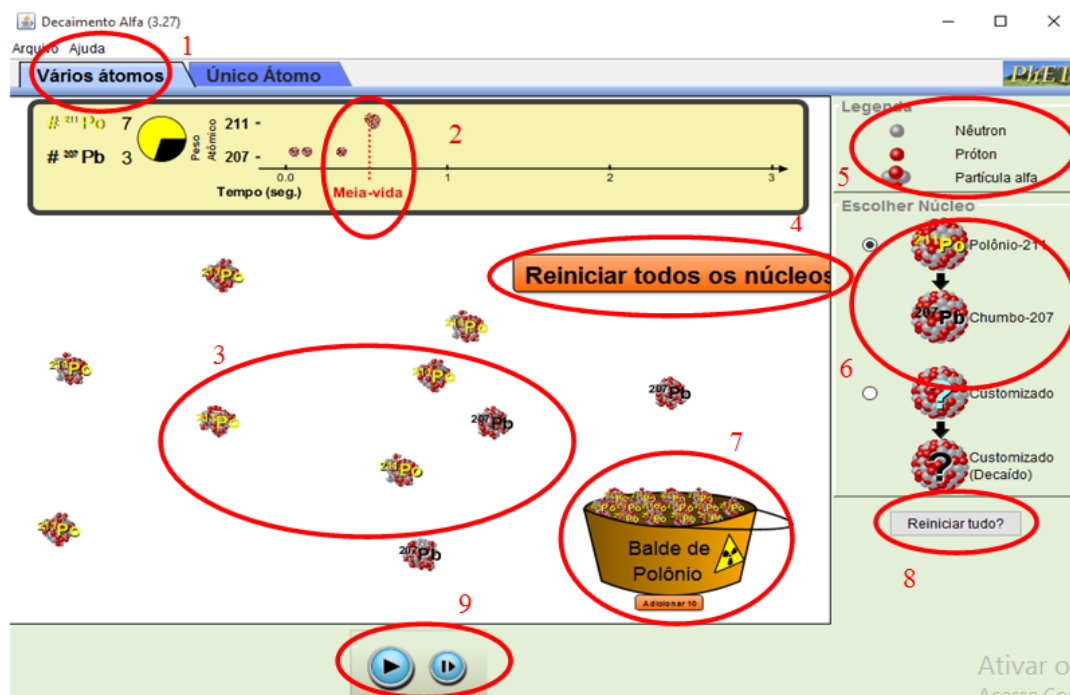
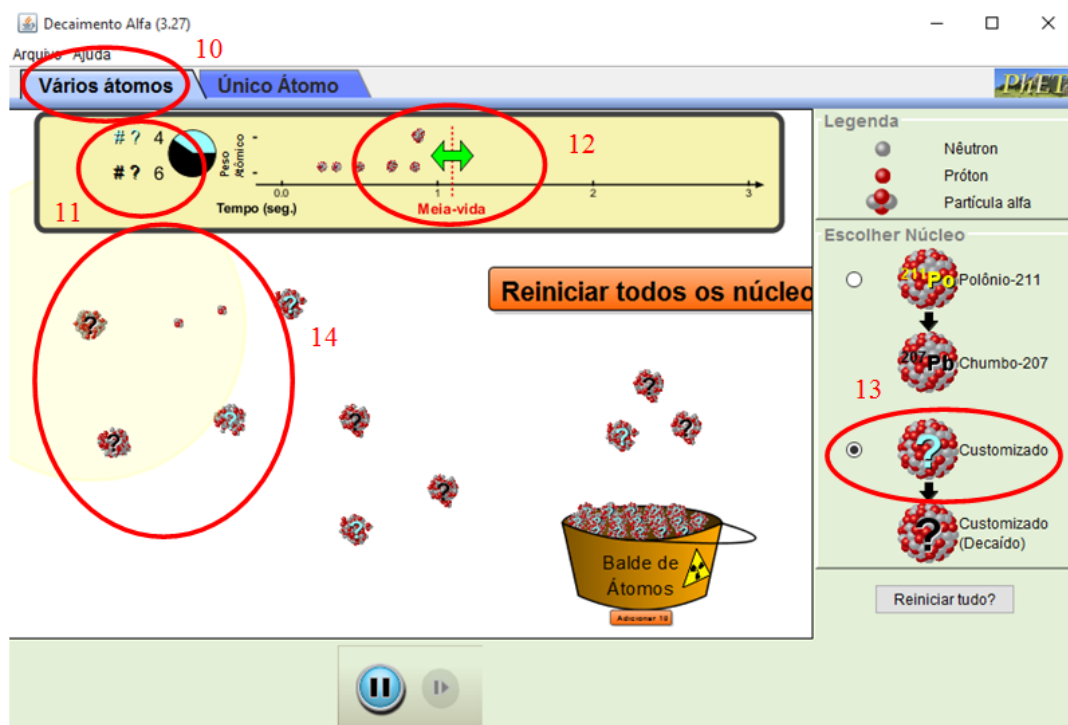


Figura 9: Simulador para a partícula Alfa.⁹

1. Está indicando que serão trabalhados vários átomos.
2. A meia-vida do átomo em observação.
3. Átomos de polônio que estão representados acima.
4. Reiniciar todos os núcleos que estão apresentados na tela do simulador.
5. Na legenda estão identificados todos os elementos em estudo.
6. Seleciona-se o elemento polônio-211, o qual decairá para o chumbo-207.
7. O balde está cheio de polônio, aqui você pode adicionar a cada 10 ou arrastar cada unidade.
8. Nesse botão todas as ações feitas serão perdidas e o simulador reiniciará todas as suas funções.
9. Nesse comando, enquanto acontece a liberação de energia e consequentemente a liberação da partícula alfa, você pode parar a simulação ou até mesmo clicando na seta a sua direita, para que a simulação aconteça de forma lenta e fácil visualização do fenômeno físico.

⁹ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/alpha-decay



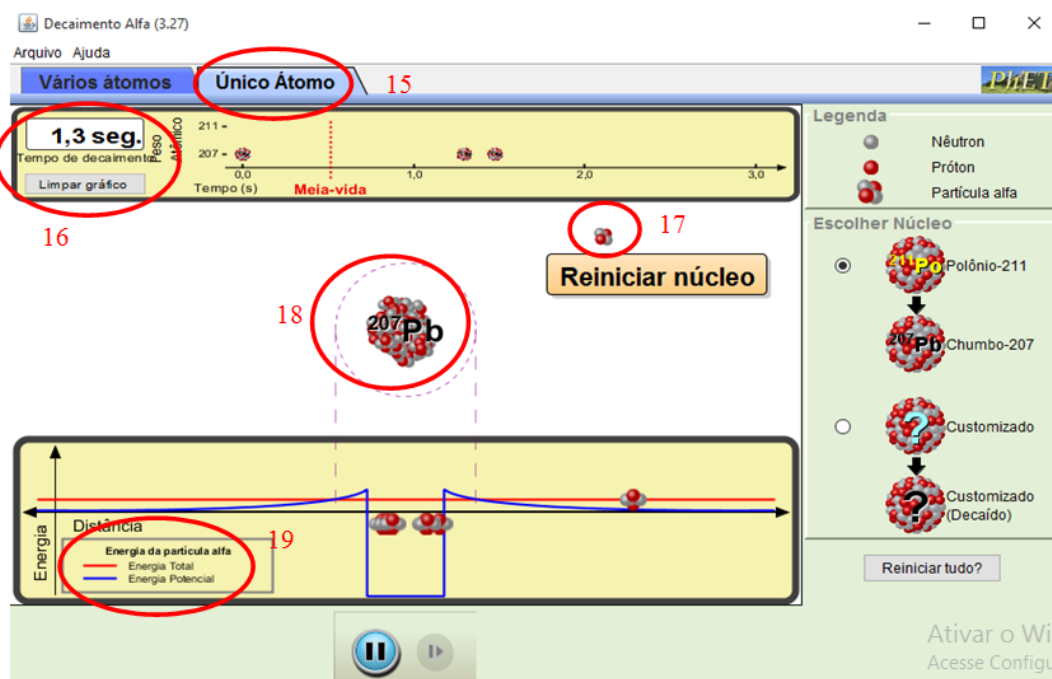
10. Trabalhando com diversos átomos.

11. Quando a seleção está em customizado, não sabemos com quais átomos estamos trabalhando.

12. Como desconhecemos os átomos essa barra verde que representa a meia-vida, torna-se móvel.

13. A seleção está em customizado.

14. Observe que no momento da desintegração surge uma nuvem ao redor do átomo, que representa a energia liberada.



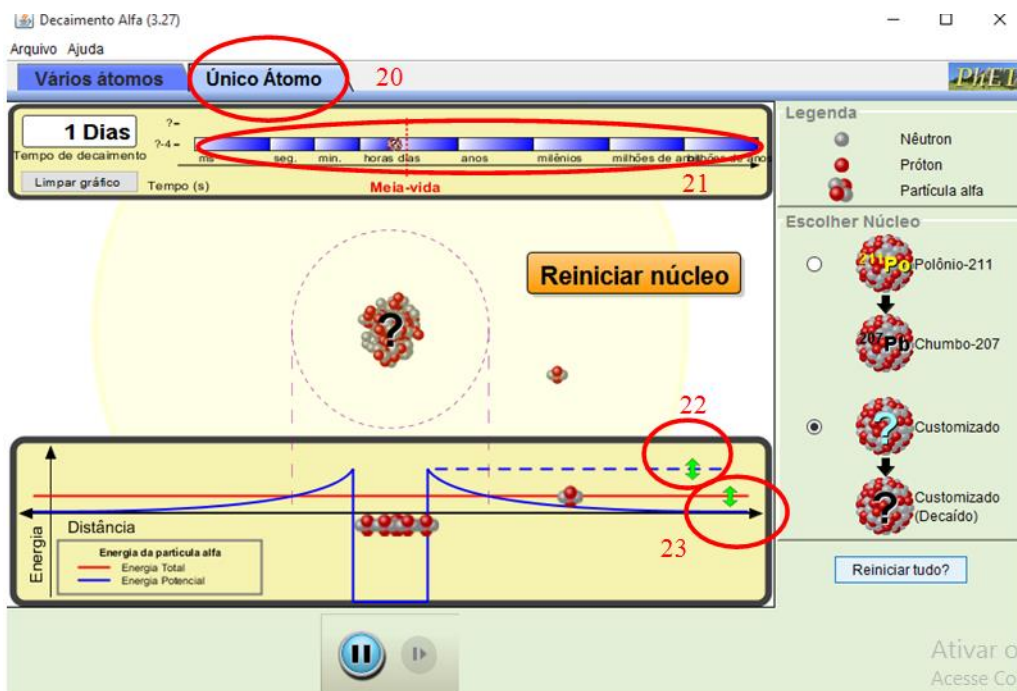
15. Um único átomo será observado.

16. Nesse campo é identificado o tempo de decaimento do elemento radioativo. E a opção, “limpar gráfico”, limpa todas as informações de tempo expressas no gráfico.

17. Partícula Alfa liberada pelo Polônio-211.

18. Após a desintegração o Polônio-211 transforma-se em Chumbo-207.

19. Legenda dos tipos de energia da partícula Alfa.



20. Ainda observando um único átomo, e o elemento selecionado é o customizado.

21. Nessa barra o tempo aparece mais fragmentado, aqui se podem observar elementos radioativos que tem vida curta ou longa.

22. Na movimentação dessas setas, a energia potencial pode ser alterada.

23. Da mesma forma que o item anterior, pode-se aumentar ou diminuir a energia total.

» ATIVIDADE REFERENTE AO USO DO SIMULADOR

1. Observe o decaimento de Po-211. Escreva uma equação nuclear para a decomposição de Polônio-211.

2. Clique no botão Pausa imediatamente após uma decadência para que você possa olhar para a partícula que vem voando para fora do núcleo. De que esta partícula é feita?

3. Agora clique em 'Átomos Múltiplos' e esvazie rapidamente o Balão de Polônio, clique em pause e depois no botão 'Adicionar 10' até que o balde esteja vazio. Assista os átomos decair e assistir o gráfico de decaimento no topo. Faça 3 observações sobre o que acontece.

4. Clique no separador "Átomo único" e em "customizado". Mexa na energia potencial e na energia total e verifique o que acontece com a partícula Alfa quando sai da barreira de potencial. Repita o experimento e anote as observações necessárias.

5. A meia-vida de um núcleo de Po-211 é de aproximadamente 500 ms (meio segundo- 0,5 s). Clique em 'Átomos Múltiplos', selecione 90 átomos de polônio. Quantos átomos deste isótopo restarão após 2 segundos de decaimento? Faça o gráfico de N (átomos) x t (tempo).

6.2 Partícula Beta

As emissões β^- são elétrons oriundos de nêutrons de núcleos instáveis. O nêutron desintegra-se em próton, elétron e o neutrino do elétron previsto por Pauli. A presença do próton e do elétron explica a neutralidade elétrica do nêutron.

Características da partícula beta

- Carga e^- ;
- Poder de penetração média;
- Massa pequena.

IMPORTANTE: A partícula β^- se assemelha com o elétron. O e^- ou e^+ emitidos no decaimento β não existem no interior do núcleo, mas são criados no processo de desintegração, assim como os fótons são criados no processo de emissão.

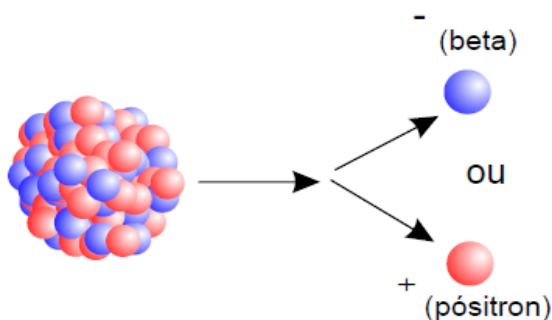


Figura 10: A radiação beta é constituída de partículas emitidas por um núcleo, quando da transformação de nêutrons em prótons (partículas beta) ou de prótons em nêutrons (pósitrons).¹⁰

» Simulador Decaimento Beta

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- Entender o processo de decaimento beta;
- Demonstrar a aleatoriedade da decomposição.

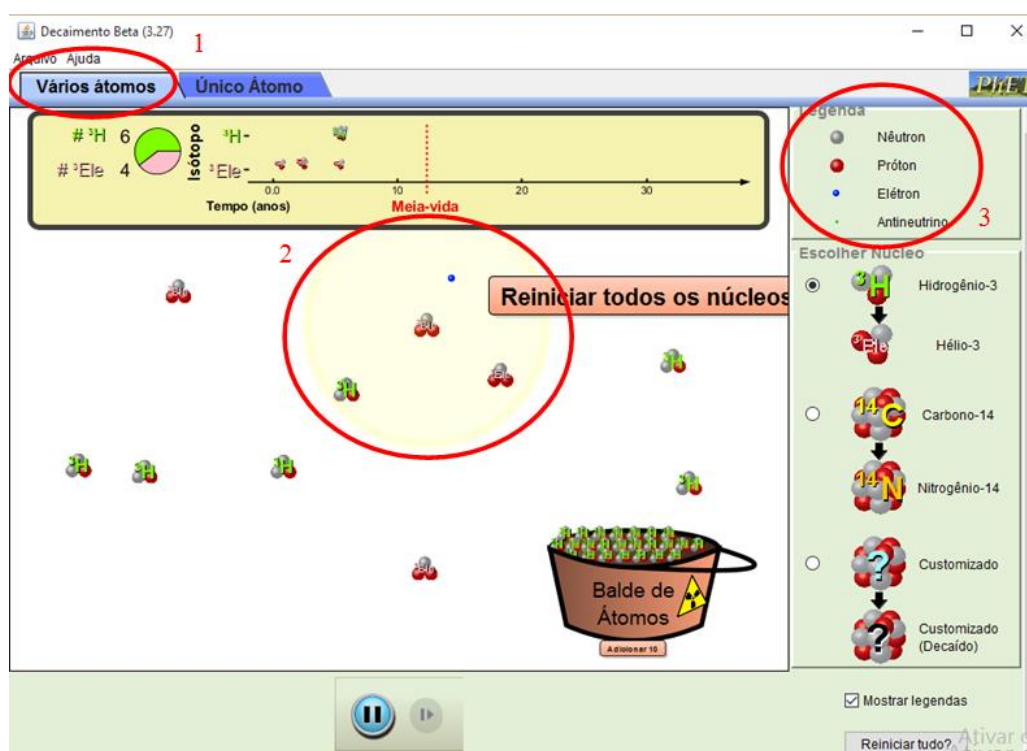


Figura 11: Decaimento Beta.¹¹

1. Nesse comando trabalharemos com diversos átomos, a direita desse pode-se trabalhar com apenas um único átomo.

¹⁰ <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>

¹¹ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/beta-decay

2. O átomo de hidrogênio-3 ao desintegra-se, transforma-se em Hélio-3. Essa nuvem amarelada representa a energia liberada e junto à partícula Beta.

3. A legenda para facilitar a identificação dos diversos elementos.

Observação Importante: Para utilizar o simulador da partícula Beta, é necessário apenas utilizar as informações contidas no tutorial da partícula Alfa, pois são semelhantes.

» Atividade Referente ao Uso do Simulador

1. Por que o número de massa não muda após uma decadência?
2. Nomeie as duas partículas ejetadas dentro do próprio núcleo durante a decaimento beta.
3. Escreva a equação de decaimento nuclear para hidrogênio-3.
4. A meia-vida de um núcleo de ^{14}C é de aproximadamente 5730 anos. Clique em 'Átomos Múltiplos', selecione 80 átomos de polônio. Quantos átomos deste isótopo restarão após 14000 mil anos de decaimento? Faça o gráfico de N (átomos) x t (tempo).

6.3 Raios Gama

As emissões γ são radiações eletromagnéticas. Seu poder de penetração é superior do que as emissões das partículas β^- e α , trazendo assim um perigo para os seres vivos, quando não utilizado corretamente.

Características dos Raios Gama

- Raios gama: comprimentos de onda da ordem de 10^{-15} m.
- São originados quando um núcleo está no estado excitado.
- Decai para um estado com menor energia, emitindo fótons de raios γ .
- Sua energia é maior que a dos raios X e diferem basicamente destes por se originarem de transições nucleares.
- São extremamente penetrantes.
- É a radiação mais útil para aplicações em medicina, porém é a mais perigosa também, pelo fato de ser muito penetrante.

7 PODER DE PENETRAÇÃO DAS RADIAÇÕES NA MATÉRIA

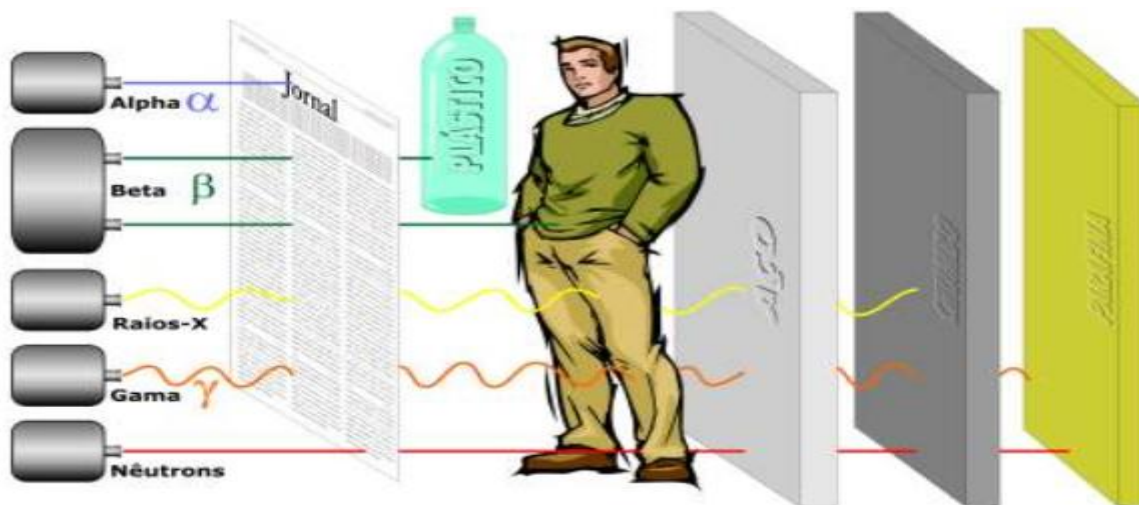


Figura 12: Penetração das radiações na matéria.¹²

Quadro 1. Resumo dos tipos de radiações.

Nome da radiação	Símbolo	Tipo	Carga	Massa	Penetração
Alfa ${}_{+2}^4\alpha$	2 prótons 2 nêutrons	+2	4	Baixa	
Beta	${}_{-1}^0\beta$	1 elétron	-1	0	Média
Gama	${}^0_0\gamma$	Onda eletromagnética	0	0	Alta

» ATIVIDADE PROPOSTA

1. (ITA) O que acontece com o número de massa e com o número atômico de um núcleo instável se ele emite uma partícula beta?

Número de Massa

- a) sem alteração
- b) sem alteração
- c) diminui de 1 unidade
- d) aumenta de 1 unidade

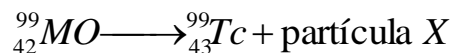
Número Atômico

- aumenta de 1 unidade
- diminui de 1 unidade
- sem alteração
- sem alteração

¹² <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>

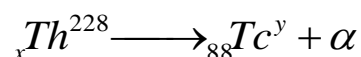
e) diminui de 1 unidade aumenta de 1 unidade

2. O tecnécio-99, um isótopo radioativo utilizado em Medicina, é produzido a partir do molibdênio, segundo o processo esquematizado a seguir. Identifique a partícula X.,



- a) X é uma partícula alfa.
- b) X é uma partícula beta.
- c) X é a partícula nêutron.
- d) X é a partícula próton.
- e) X é um pósitron

3. (Vunesp-SP) Quando um átomo do isótopo 228 do tório libera uma partícula alfa transforma-se em um átomo de rádio, de acordo com a equação:



- a) 88 e 228
- b) 89 e 226
- c) 90 e 224
- d) 91 e 227.
- e) 92 e 230.

4. (PUC-SP) Na sequência radioativa: ${}_{84}^{216}\text{A} \rightarrow {}_{82}^{212}\text{B} \rightarrow {}_{83}^{212}\text{C} \rightarrow {}_{84}^{212}\text{D} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{E}$

temos, sucessivamente, emissões:

- a) ${}_1^0\beta$ ${}_1^0\beta$ ${}_1^0\beta$ ${}_2^4\alpha$
- b) ${}_2^4\alpha$ ${}_1^0\beta$ ${}_1^0\beta$ ${}_2^4\alpha$
- c) ${}_2^4\alpha$ ${}_1^0\beta$ ${}_2^4\alpha$ ${}_1^0\beta$
- d) ${}_2^4\alpha$ ${}_2^4\alpha$ ${}_1^0\beta$ ${}_1^0\beta$
- e) ${}_1^0\beta$ ${}_2^4\alpha$ ${}_2^4\alpha$ ${}_1^0\beta$

8 RADIAÇÃO

É a propagação de energia, na forma de ondas eletromagnéticas ou de partículas. A propriedade de penetração das radiações possibilita identificar a presença de um radioisótopo em determinado local.

9 VELOCIDADE MÉDIA DE DESINTEGRAÇÃO (OU ATIVIDADE DE UMA AMOSTRA)

Seja n_0 o número de átomos radioativos de uma amostra e n o número de átomos radioativos que ainda não se desintegraram após um intervalo de tempo Δt . Nessas condições $\Delta n = n_0 - n$ representa o número de átomos da amostra que se desintegram no intervalo de tempo Δt .

Por definição a velocidade média de desintegração é dada por:

$$V = \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad (1)$$

No sistema internacional de unidades (SI), a unidade de V é a desintegração por segundo (dps), também chamada **becquerel (Bq)**. Pode-se também usar **curie (Ci)**. Originalmente ela era a atividade de 1 grama de rádio-226. Esta unidade foi substituída pelo bequerel (Bq) que é igual a 1 desintegração por segundo.

$$1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{Bq}$$

A velocidade de desintegração é proporcional ao número n de átomos radioativos presentes e que ainda não se desintegraram, isto é:

$$V = c \cdot n \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) temos:

$$c = \frac{\Delta n}{n \Delta t},$$

a constante C representa a fração do número de átomos que se desintegram por unidade de tempo, ou seja, a cada segundo certa quantidade de átomos se desintegra. Então,

$$C = \frac{1}{50} \text{s}^{-1}$$

isso significa que a cada 50 segundos se desintegrarão 50 átomos de determinado elemento.

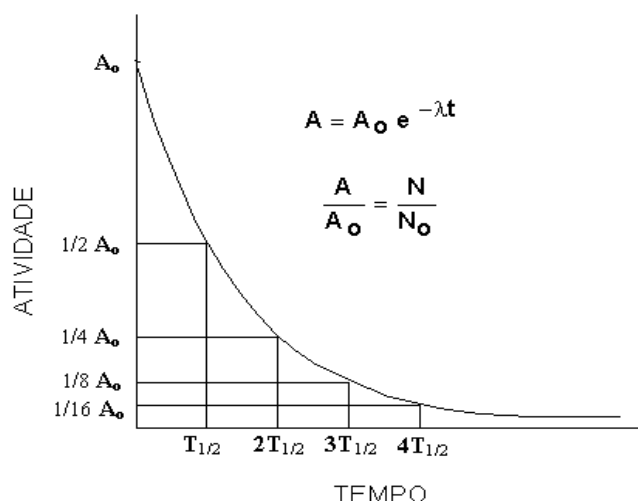
9.1 Vida Média

A vida média de um isótopo radioativo é o inverso da constante de desintegração radioativa C , representada pela equação abaixo:

$$\tau = \frac{1}{C} \quad (3)$$

9.2 Meia-Vida

É o tempo característico para que a atividade de uma substância radioativa decaia à metade do seu valor inicial, isto é, para que a metade dos átomos presentes se desintegre. Seu gráfico de n em função de t é uma curva exponencial. Neste caso representaremos a meia-vida pela letra p , Onde $p = T_{1/2}$ e $A_0 = N_0$, representando os números de átomos existentes no elemento.



$$n = \frac{n_0}{2^x}, \text{ número de átomos radioativos.} \quad (1)$$

$$\Delta t = x \cdot p, \text{ onde } x \text{ é a quantidade de meias-vidas.} \quad (2)$$

$$m = \frac{m_0}{2^x}, \text{ onde } m \text{ é a massa do átomo que ainda não desintegrou e } m_0 \text{ é a massa de átomos radioativos de uma amostra.} \quad (3)$$

Quando relacionamos a meia-vida (p) com a vida média (τ), obtemos a seguinte relação:

$$P = 0,693 \cdot T \quad (4)$$

10 TRAÇADORES RADIOATIVOS

As radiações emitidas por radioisótopos podem atravessar a matéria e, dependendo da energia que possuam, são detectadas "percebidas" onde estiverem, através de aparelhos apropriados, denominados detectores de radiação. Dessa forma, o deslocamento de um radioisótopo pode ser acompanhado e seu percurso ou "caminho" ser traçado num mapa local. Por esse motivo, recebe o nome de **traçador radioativo**. E podem ser "acompanhados" por detectores de radiação.

11 DATAÇÃO POR CARBONO-14

O método de datação do ^{14}C , é utilizada para determinar a idade de artefatos arqueológicos de milhares de anos. Os raios cósmicos de alta energia colidem com átomos gasosos, emitindo nêutrons livres. Esses nêutrons colidem, por sua vez, com átomos de nitrogênio-14 (^{14}N), muito comum na atmosfera terrestre, produzindo o ^{14}C . Esse ^{14}C logo se combina com o oxigênio do ar, formando uma molécula de gás carbônico (CO_2). O CO_2 radioativo (pois contém ^{14}C , único isótopo radioativo do carbono) se dispersa no ar e, pela ação dos ventos, se mistura com o CO_2 normal contido na atmosfera. Esse isótopo radioativo do carbono se combina com o oxigênio, formando o CO_2 , que é absorvido pelas plantas.

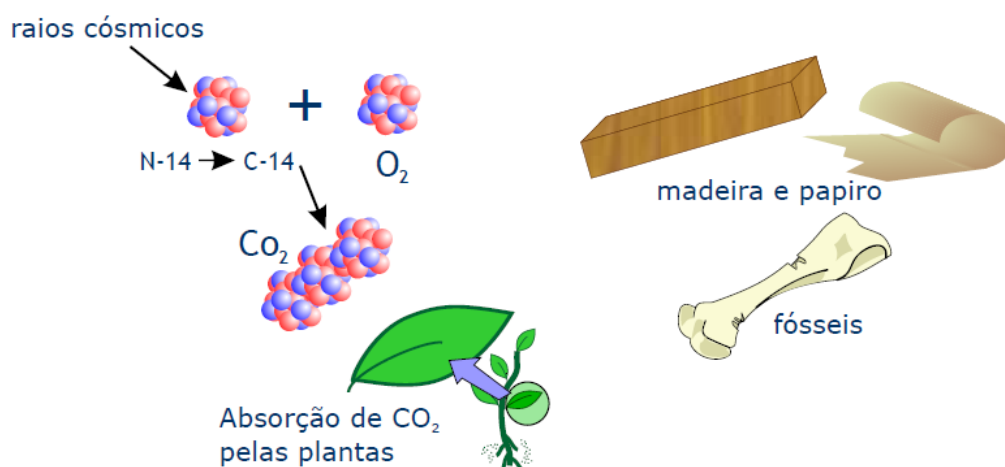


Figura 13: Apostila educativa energia nuclear do CNEN.¹³

¹³ <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>.

O ^{14}C se desintegra segundo uma velocidade muito lenta e constante. Isso significa que, a cada 5.600 anos, a atividade do C-14 é reduzida à metade. Com essa técnica pode-se saber a “idade” dos fósseis e outros materiais.

» **ATIVIDADE PROPOSTA**

1. (UPE 2001) Entre as alternativas abaixo, relacionadas à Radioatividade, todas estão corretas, *exceto*:

- a) O poder de ionização das partículas alfa é maior que o das partículas beta.
- b) Quando um núcleo radioativo emite uma partícula beta, seu número de massa aumenta de uma unidade e o seu número atômico não se altera.
- c) A radioatividade é a propriedade que os núcleos atômicos instáveis possuem de emitirem partículas e radiações eletromagnéticas para se transformarem em outros núcleos mais estáveis.
- d) A velocidade de desintegração radioativa é proporcional ao número de átomos radioativos presentes na amostra.
- e) A constante radioativa explicita a fração de átomos de um determinado elemento radioativo que se desintegram na unidade de tempo.

2. O elemento cobalto-60 tem meia vida de 5 anos.

- a) Quanto tempo deve decorrer para que uma amostra de 100g desse elemento se reduza a 25g?
- b) Qual a vida média do cobalto-60?

3. O cério-137 possui meia-vida de 30 anos. Se tivermos 12 g desse elemento, após quanto tempo essa massa será reduzida para 0,75 g?

- a) 30 anos.
- b) 60 anos.
- c) 90 anos.
- d) 120 anos.
- e) 150 anos.

4. (ENEM 2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à

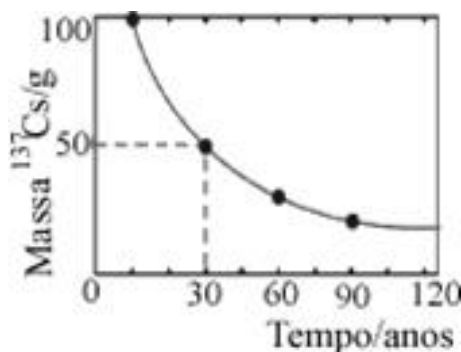
radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a:

- a) Absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- b) Maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- c) Maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- d) Maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- e) Maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

5. (Vunesp-SP) Em Goiânia, 100 g de $^{137}\text{CsCl}$ foram liberados de uma cápsula, antes utilizada em radioterapia, e causaram um grave acidente nuclear. O gráfico representa a cinética de desintegração desse isótopo.



Para o ^{137}Cs , o tempo de meia-vida e o tempo para que 87,5% tenha se desintegrado são, em anos, respectivamente:

- a) 60 e 30.
- b) 30 e 7,5.
- c) 60 e 90.
- d) 30 e 90.
- e) 120 e 60

12 APLICAÇÕES NUCLEARES

12.1 Medicina Nuclear

A medicina nuclear é uma especialidade médica que, utilizando métodos seguros, praticamente indolores e não invasivos, emprega materiais radioativos com finalidade diagnóstica e terapêutica. Ela analisa o funcionamento de diversos órgãos e tecidos vivos. Diagnostica Embolia pulmonar, câncer, infecções agudas, infarto do miocárdio, demências etc. Faz o tratamento de diversos tipos de câncer, o qual se utiliza da matéria prima o radiofármaco (é utilizada em exames de diagnóstico por imagem pela Medicina Nuclear) que por sua vez se forem utilizados de forma correta é mais seguro do que ingerir qualquer medicamento.

Raios-X

Os raios X são um tipo de radiação de alta energia, com capacidade de penetrar em organismos vivos e atravessar tecidos de menor densidade. Ele é absorvido pelas partes mais densas do corpo, como os ossos e os dentes. Em razão dessa característica, o principal uso dos raios X é em radiografias para diagnóstico médico. Mas ele também é usado industrialmente, para observar a estrutura interna de objetos, procurando ver se há falhas em sua estrutura. Essa capacidade de penetrar nos nossos tecidos faz dos raios X um perigo em potencial, pois a exposição prolongada a eles pode levar à formação de células cancerígenas. Por isso, pessoas que trabalham com radiografias usam aventais de chumbo (que não permitem que essas radiações atravessem) e se mantêm longe no momento do disparo.

Essas imagens ficam registradas em um papel específico, chamados de radiografia, nelas ficam bem evidentes. Como a maioria dos tecidos macios não aparece claramente na imagem, em alguns casos, dependendo do objetivo do exame, é necessário inserir contrastes dentro do corpo. Esses contrastes são substâncias que, ao serem aplicadas no corpo, reagem com algum órgão ou substância interna de forma ser mais visível em exames de Raio X.

Raios Gama

Os raios gama são ondas eletromagnéticas com frequência além do ultravioleta e com comprimentos de onda entre 10^{-11} e 10^{-8} m (0,1 a 100Å), com capacidade de penetração maior que os outros tipos de raio, pois possuem maior energia e menor comprimento de onda. Na medicina são utilizados para o tratamento do câncer.



Figura 14: Representação de dois raios-X.¹⁴

» SIMULAÇÃO

http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/7760/sim_qui_raiox.htm.

Fazer atividade que está no simulador

¹⁴ <http://www.suaimagemdiagnostico.com.br/raio-x-na-zona-oeste-na-sul-abcd-grande-sao-paulo-zona-norte-zona-leste-zona-oeste>

A radiação forte aliada em combate ao mosquito Zika vírus

Muito se questiona quais serão os métodos mais eficazes para combater o mosquito causador de tantas doenças e consequências para a humanidade, foi pensando nisso que diversos pesquisadores intensificaram seus estudos envolvendo fontes radioativas para assim eliminar a proliferação de tais insetos. A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), após receber investimentos dos EUA, busca acelerar significativamente as atividades de investigação e desenvolvimento para aperfeiçoar a técnica do inseto estéril, *Sterile Insect Technique* (SIT). Esses procedimentos de esterilização serão feitos em mosquitos machos, e colocados em instalações especiais e lançado em grande número para acasalar com as fêmeas, isso fará com que se reduza significativamente o crescimento da população do mosquito da dengue e o tão temido vírus da Zika. O SIT oferece uma técnica biologicamente segura e ambientalmente amigável para ajudar a controlar mosquitos, reduz a necessidade de pesticidas, evidenciando os benefícios a vida humana.



Figura 15: Informações extraídas da The International Atomic Energy Agency (IAEA).¹⁵

Terapias com Radioisótopos

Muitas das utilidades da medicina nuclear são focadas predominantemente em diagnósticos, mas também é utilizada na parte terapêutica. Um exemplo desse tratamento é particularmente o hipertireoidismo, câncer de tireoide, tratamento paliativo da dor óssea por doença metastática, tratamento de alguns tumores neuroendócrinos e sinovectomia. Após o diagnóstico de câncer de tireoide, quando indicados e após a tireoidectomia, será submetido à terapia com iodo radioativo, e na sequência o tratamento é prosseguido.

¹⁵ <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-receives-us-396-million-from-the-united-states-to-boost-fight-against-zika-transmitting-mosquitoes>.

Cirurgias Radioguiadas

É um procedimento cirúrgico utilizado na área oncológica e em doenças benignas para obter imagens. Utiliza-se de material radioativo (radiotraçador) para marcar a estrutura a ser removida ou biopsiada. Esse material pode ser injetado por vias ou no ato cirúrgico aplicado diretamente na estrutura a ser analisada. Essa estrutura que se encontra radioativa será localizada por meio de um equipamento denominado *gamma-probe*, uma sonda produzida especificamente para ser utilizado durante a cirurgia.



Figura 16: Cirurgia Radioguiada¹⁶

Leitura complementar está disponível nos links abaixo:

- Cirurgias Radioguiadas:

<http://www.nucleosonline.com.br/pdf/Cirurgia%20Radioguiada%20Um%20novo%20Conceito%20em%20Cirurgia.pdf> .

- Exemplo de um procedimento na mama:

http://www.febrasgo.org.br/site/wp-content/uploads/2013/05/Femina_2006-19.pdf.

Densitometria Óssea

A Densitometria Óssea é um procedimento simples, confortável e não invasivo. O paciente permanece deitado, enquanto o “braço” do equipamento move-se, adquirindo as informações do exame. Utilizam-se acessórios, como por exemplo, o bloco de espuma para as pernas e o suporte para os pés que auxiliam no posicionamento ideal da região analisada. O exame utiliza a tecnologia dos raios X para fazer a quantificação. A técnica mais atual para esta

¹⁶ <http://diariodeumpacienteii.blogspot.com.br/2011/02/radiocirurgia-gamma-knife.html>

medição é a DXA (absorciometria por dupla emissão de raios X). A dose de radiação efetiva na Densitometria Óssea DXA é de 1 a 5 μSv por exame. Ela equivale a radiação natural de fundo, 5 a 8 μSv , que recebemos diariamente do ambiente. Informações obtidas do site SONITEC.

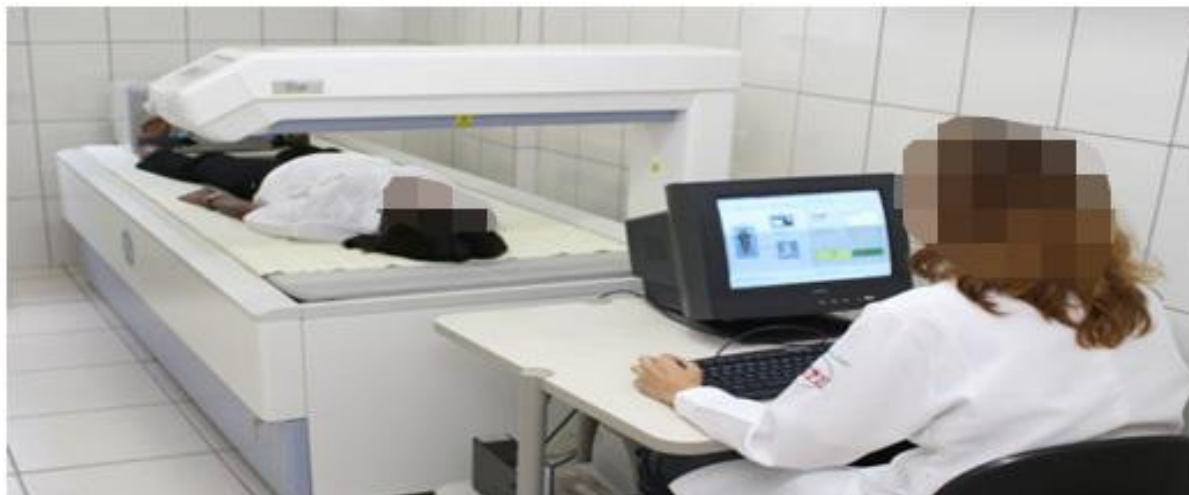


Figura 17: Exame e obtenção de imagens pelo técnico.¹⁷

Radioterapia

A radioterapia é um tratamento localizado em uma determinada região do corpo. A radioterapia não tem muitos efeitos colaterais, não provoca a queda de cabelos, pois o tratamento é feito somente no local doente, portanto não afeta todo o corpo. Esse procedimento acaba afetando células normais, mas essas após o tratamento conseguem se regenerar, hoje há uma tecnologia que seleciona melhor as células doentes para que nelas seja aplicada uma dose maior de medicamento radioativo. As radiações ionizantes são ondas eletromagnéticas com energia suficiente para alterar a estrutura da matéria viva através da retirada de elétrons dos seus átomos. Esse processo pode levar à morte da célula devido às alterações em seu interior. Essas radiações são invisíveis, indolores e, dependendo da sua energia, atinge uma determinada profundidade do corpo. Fontes radiativas (= fontes de radiação) de césio-137 e cobalto-60 são usadas para destruir células de tumores, uma vez que estas são mais sensíveis à radiação do que os tecidos normais. Temos também o iodo-131 esse é indicado para o tratamento da tireoide, pois apresenta as características ideais para aplicação em medicina, tanto em diagnóstico como em terapia:

- tem meia-vida curta;

¹⁷ <http://www.centroeco.com.br/densitometria-ossea>

- é absorvido preferencialmente por um órgão (a tireoide);
- é eliminado rapidamente do organismo;
- a energia da radiação gama é baixa.



Figura 18: Procedimento de Radioterapia.¹⁸



Figura 19: A direita um exemplo de Quimioterapia.¹⁹

Tomografia

Nesta técnica, um radiofármaco emissor de radiação gama é administrado no paciente, que passa a conter a fonte de irradiação interna ao seu corpo. O paciente é alojado em uma câmera gama para detecção da radiação e formação das imagens. As imagens obtidas por Tomografia por Emissão de Pósitron (Positron Emission Tomography – PET) representam um dos principais avanços na Medicina Nuclear e, especialmente quando associada à tomografia computadorizada (CT) ou à ressonância magnética (RNM), consegue fornecer dados importantes em relação ao metabolismo e a anatomia da patologia a ser estudada.

¹⁸ <http://playmagem.com.br/portal/2011/11/27/duvidas-sobre-radioterapia/>

¹⁹ <http://dicasdesaude.blog.br/quimioterapia-para-cancer-de-mama-efeitos-colaterais.>

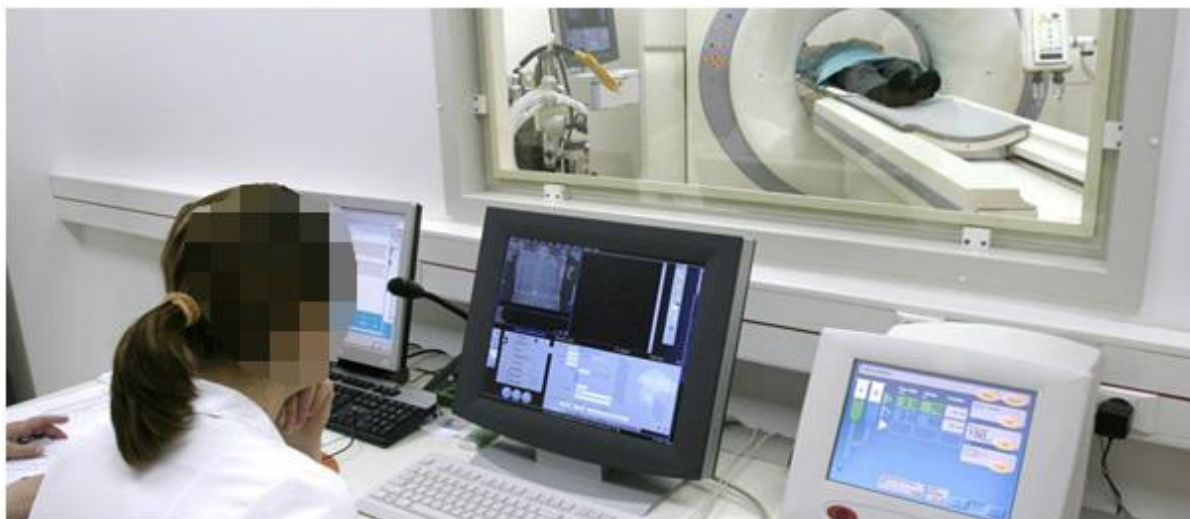


Figura 20: Execução do exame.²⁰

Ressonância Magnética

Ressonância magnética nuclear (RMN) é uma técnica de diagnóstico que utiliza um campo magnético para produzir imagens das estruturas localizadas no interior do corpo. Durante uma RMN, o corpo encontra-se envolvido por um campo magnético muito potente e sujeito a pulsos de ondas de rádio. A máquina cria uma imagem com base na forma como os átomos de hidrogênio no seu corpo reagem com o campo magnético e com as ondas de rádio. Os sinais da RMN podem proporcionar várias imagens de múltiplos “cortes” de um órgão ou de parte do corpo. O computador da RMN pode combinar estes cortes de forma a produzir imagens tridimensionais.

Para Que é Usada?

A RMN pode ter muitas aplicações, incluindo:

- Apoiar um diagnóstico de acidente vascular cerebral;
- Apoiar um diagnóstico de esclerose múltipla;
- Identificar problemas cerebrais e da medula espinhal que possam não ser observados numa tomografia computadorizada (TAC);
- Detectar tumores cancerosos em muitos órgãos, incluindo o cérebro, a medula espinhal, os pulmões, o fígado, os ossos, a próstata e o útero;
- Ajudar a determinar se um nódulo da mama de uma mulher é canceroso ou corresponde a uma doença fibroquística não cancerosa;

²⁰ <http://www.oncoclinmanaus.com.br/servicos/tomografia>

• Identificar cânceros em mulheres que têm um tecido mamário muito denso ou implantes mamários.

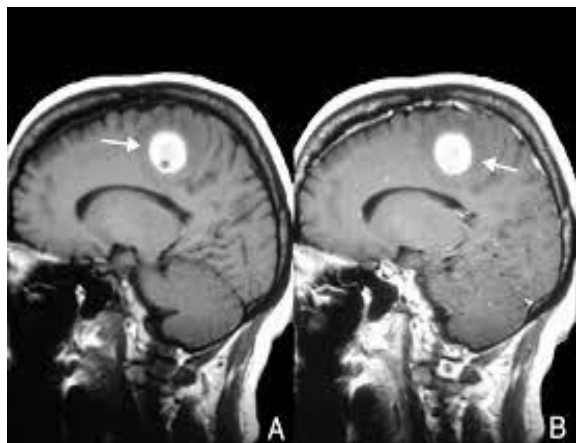


Figura 21: Exame RMN de crânio.²¹



Figura 22: Exame RMN.²²

» ATIVIDADE PROPOSTA

Será formado um círculo em sala de aula para uma discussão acerca dos conceitos abordados em Medicina Nuclear, buscando solucionar possíveis dúvidas em torno do que foi apresentado.

» Leitura Complementar

Com o intuito de reforçar o conhecimento estão disponíveis nos links abaixo:

• Medicina Nuclear em revista, disponível no site:

<http://rspress.com.br/userfiles/projetos/medicinanuclear/13/files/assets/common/downloads/publication.pdf>.

• Radiation Protection in Medicine Setting the Scene for the Next Decade:

http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1663_web.pdf.

12.2 Agricultura e Alimentação

Usando a técnica do inseto estéril na agricultura, ficou evidente a eficácia desse método para combater as moscas, esterelizando o macho e assim decrescendo sua natalidade no decorrer do tempo. Essa prática utilizando radiação é segura e não polui o ambiente, assegurando uma colheita farta e produtos de excelente qualidade. Abaixo temos dois exemplos: Plantação de melão e cacau.

²¹ https://www.google.com.br/search?q=Exame+RMN+de+cr%C3%A2nio&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwiFheL1xqrTAhWGHpAKHaksAIAQ_AUIcygB&biw=1366&bih=659#tbm=isch&q=Exame+RMN+de+cr%C3%A2nio&imgsrc=mTuBhZnZmYQZ4M:

²² <https://www.youtube.com/watch?v=2GHb4MV3tVs>



Figura 23: Equipe do projeto de instalação de armadilhas durante a mosca do melão.²³

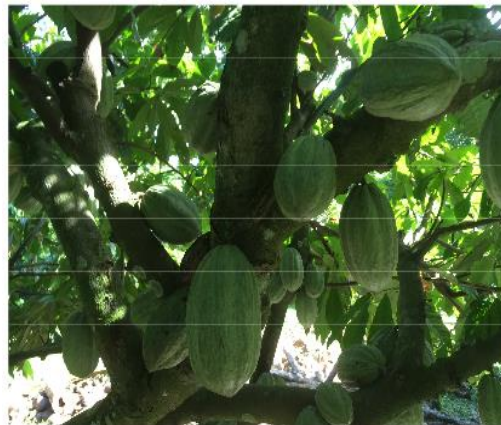


Figura 24: Frutos de cacau em um pomar bem gerido estudo de supressão piloto realizado em Mahe Island, Seychelles²⁴

A irradiação é uma das poucas tecnologias alimentares que podem manter os alimentos sem problemas de qualidade, sem significativamente afetar atributos sensoriais ou nutricionais de um alimento. A irradiação tem a capacidade de maturação lenta, inibem a germinação em bulbos e tubérculos, controlar deterioração e alimentos microrganismos patogênicos suportados, bem como evitar a propagação das invasivas pragas de insetos incapaz de se reproduzir. De forma geral é preciso que comerciantes e clientes entendam as "boas práticas". Garantindo que o processo de irradiação vai entregar consistentemente o resultado esperado é essencial para a correta aplicação da tecnologia e vai ajudar a inspirar às partes interessadas, e em última análise, dos consumidores, a confiança em alimentos irradiados.

Essa técnica dos radiotraçadores, são injetados produtos radioativos os quais emitem radiações que permitem ver a absorção de fertilizantes pelas plantas, como ela utiliza o nutriente e determina que tipo de elemento químico elas mais precisam. Também é importante para detectar quais são os predadores de determinadas pragas, dessa forma os predadores podem ser identificados, deixando-os esterilizados e soltando-os no meio ambiente.

Esse método de irradiação dos alimentos mata os fungos, bactérias, larvas, enfim todos os causadores de apodrecimentos de frutas e verduras, aumentando seu tempo de consumo.

²³ <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Newsletters/IPC-87.pdf>

²⁴ <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Newsletters/IPC-87.pdf>



Figura 25: Alimentos tratados com radiação. Símbolo conhecido como “*radura*” que vem nas embalagens de alimentos irradiados.²⁵

» VÍDEOS

- Benefícios da Radioatividade na Agricultura:

https://www.youtube.com/watch?v=IzkLm_FI8lY

- Reportagem sobre controle de pragas:

<https://www.youtube.com/watch?v=auqtGgkSnBs>

» ATIVIDADE EM GRUPO

Serão formados grupos de quatro pessoas, para debater o uso da radioatividade na agricultura e apontar quais são as vantagens e desvantagens dessa técnica.

» LEITURAS COMPLEMENTARES

Com o intuito de reforçar o conhecimento, os quais estão disponíveis nos links abaixo:

- Fonte: Artigo Insect & Pest Control Newsletter disponível no link:

<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Newsletters/IPC-87.pdf>.

- Informações extraídas do Manual of Good Practice in Food Irradiation, disponível em:

<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs481web-98290059.pdf>.

12.3 Indústria

²⁵ <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/radioatividade-na-agricultura.html>

Muito se tem pesquisado e feito com as aplicações pacíficas da radioatividade, em diversos meios utilizamos essa tecnologia para melhorar nossa qualidade de vida. E na indústria isso não é diferente, é utilizada para esterilizar vários produtos, radiografar peças metálicas ou gamagrafia industrial, esse processo se dá pela impressão de radiações gama em filme fotográfico e se dá da aplicação de radioisótopos, dentre outras utilidades.

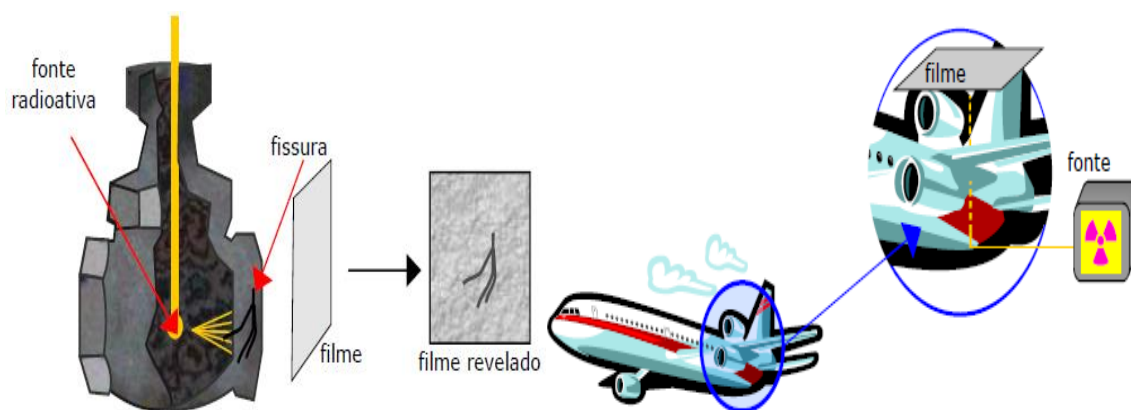


Figura 26: Radiografia de peças metálicas ou gamagrafia.²⁶

A aplicação desses radioisótopos acaba tendo um reflexo positivo para a humanidade, pois além de facilitar nossas vidas trás uma sensação de segurança, afinal esses métodos são bem eficazes e seguras se forem manuseados corretamente. Temos alguns exemplos dessas aplicações: Detecção de vazamentos; Falhas de laminas; Em pneus; Evitar derramamento; Esterilização de materiais e em linhas de produção.

» Leitura Complementar

- Radioatividade na indústria: <http://www.radiologiaindustrial.com/areas-de-atuacao/> .

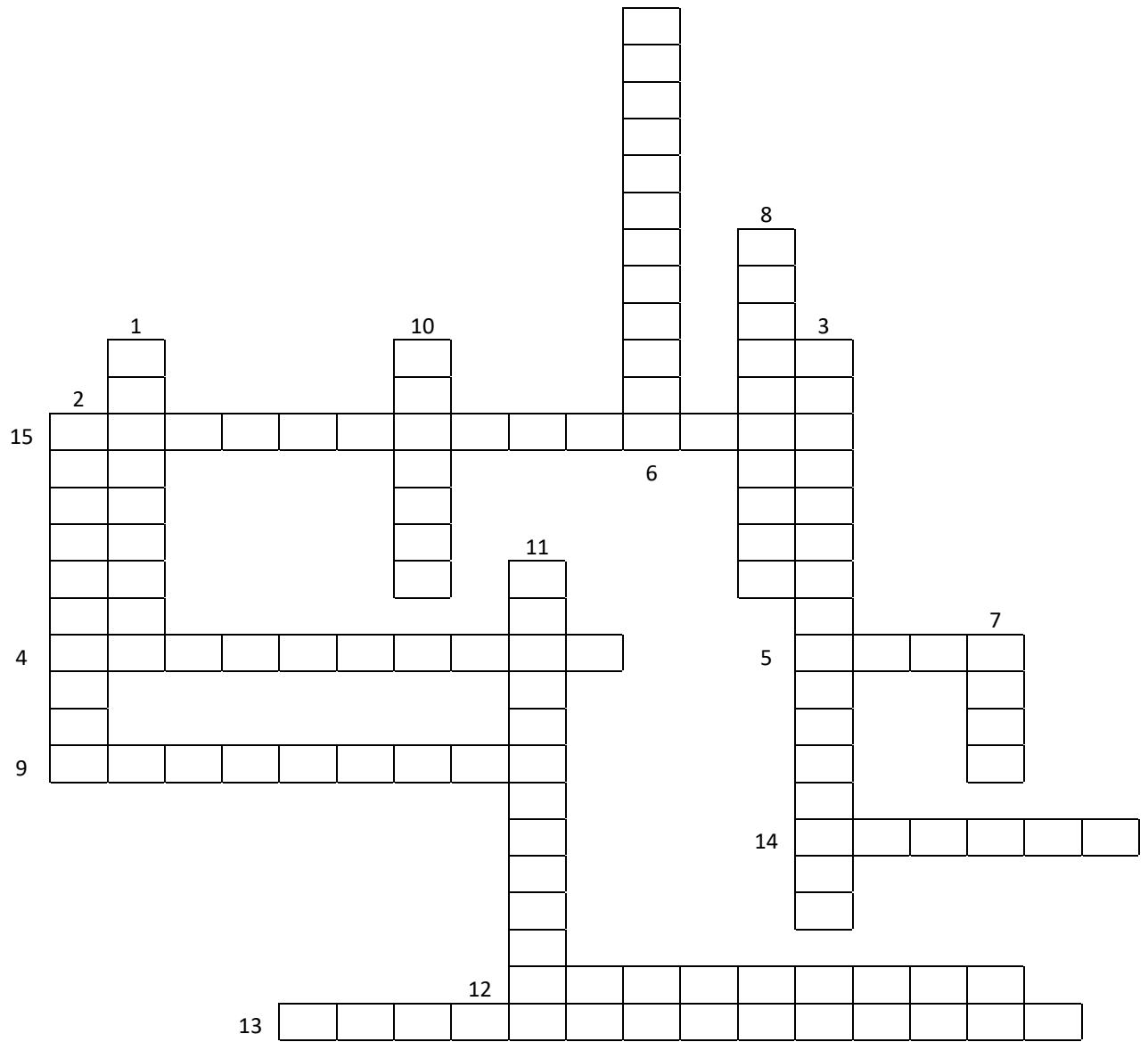
²⁶ <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>

ATIVIDADE FINAL COM DINÂMICA DE GRUPO

Essa atividade tem como objetivo fazer uma avaliação geral dos conceitos trabalhados em sala de aula. Serão formados grupos de 04 alunos, para completar as palavras cruzadas. O grupo que terminar em menor tempo e conseguir o maior número de acertos ganharão um prêmio.

ATIVIDADE FINAL

1. Qual o nome do pesquisador que descobriu o nêutron?
2. Qual o cientista que criou um modelo para o átomo semelhante ao Sistema Solar?
3. Como é denominada as ondas que se propagam em meios materiais e no vácuo?
4. De acordo com o espectro eletromagnético, quando diminui o comprimento de onda, significa que estaremos aumentando o que?
5. O nome da radiação utilizada em tratamentos contra o câncer?
6. Quando um elemento libera energia devido a sua instabilidade, significa dizer que essa reação do átomo de?
7. Que partícula foi liberada na desintegração desse átomo ${}_{84}^{216}\text{A} \rightarrow {}_{82}^{212}\text{B}$?
8. Que elemento radioativo é utilizado em pacientes para realização de exames e esses podem ser "acompanhados" por detectores de radiação?
9. O ${}^{14}\text{C}$ é o único isótopo radioativo do carbono, utilizado para identificar a idade de fósseis, o nome dado a esse processo é?
10. A radiação tem sido um forte aliado no combate ao zika vírus, a radiação faz com que o mosquito macho fique biologicamente?
11. Qual o tratamento que utiliza um determinado medicamento, aplicado por via venosa ou oral, e que vai agir no corpo inteiro com o objetivo de destruir células doentes?
12. Que processo utilizado na tecnologia alimentar mantém os alimentos sem problemas de qualidade e segurança, sem significativamente afetar atributos sensoriais ou nutricionais de um alimento?
13. De acordo com o espectro eletromagnético, existem varias faixas, dependendo do comprimento de onda de cada uma delas. Qual o nome dado a essa frequência a qual está abaixo do espectro visível, e é responsável pelo transporte do calor de uma fogueira até as pessoas ao seu redor?
14. O ser humano ao ficar exposto a muita radiação pode desencadear diversas patologias, e a mais recorrente e grave é o?
15. Qual o nome do fenômeno que está associado ao estudo da estrutura atômica, visando descobrir a origem da radiação?



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Eliane. O que são radiações ionizantes? Disponível em: <<http://www.sbradioterapia.com.br/publico/o-que-sao-radiacoes-ionizantes/>>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

ATKINS, Peter, JONES, Loretta. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente / Peter Atkins, Loretta Jones; tradução Ricardo Bicca de Alencastro.-3.ed.- 968p.:il.;28 cm.

BRASIL ESCOLA. Atividade sobre modelos atômicos. <<http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-modelos-atomicos.htm#resp-5>>. Acesso em 25 de março de 2017.

BROWN, Theodore L., LEMAY JR., H. Eugene, BURSTEN, Bruce E. Química. A ciência central / Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Jr.; Bruce E. Bursten ; tradutor Robson Matos ; consultores técnicos André Fernando de Oliveira e Astréa F. De Souza Silva.-- São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2005; 9ª edição.

BRYN, Leonardo Monteiro. Radiação eletromagnética: Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/rem.html#1>> Acesso em 29 de setembro de 2016.

CARDOSO, Eliezer de Moura. Apostila Educativa Radioatividade – CNEN. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01001/radio.pdf>>. Acesso em 03 de outubro de 2016.

CARVALHO, André; PEREIRA, Tiago. Ressonância Magnética Nuclear. Disponível em: <<https://hmsportugal.wordpress.com/2011/04/19/ressonancia-magnetica-nuclear-rmn/>>. Acesso em 08 de outubro de 2016.

DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA DA USP. Ondas eletromagnéticas. Disponível em <www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap04.pdf>. Acesso em 21 de novembro de 2016.

ENDO, Irene Shimura. Medicina Nuclear – Tomografia por Emissão de Póstron (PET). Disponível em: <<http://urologiavida.com.br/2015/05/03/medicina-nuclear-cintilografia-ossea-e-pet/>>. Acesso em 08 de outubro de 2016.

EQUIPE ONCOGUA. Exames de Medicina Nuclear. Disponível em: <<http://www.oncoguia.org.br/conteudo/exames-de-medicina-nuclear/6798/842/>>. Acesso em: 04 de outubro de 2016.

FAUTH, Anderson Campos. Radioatividade e Partículas: Alfa, beta e gama. Disponível em <<http://www.ifi.unicamp.br/~fauth/3RadioatividadeeParticulas/1AlfaBetaGama/Alfabetagama.html>>. Acesso em 25 de março de 2017.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Raios-X. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/raios-x.htm>>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

GALLAS, Márcia Russman. Radioatividade. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~marcia/FN_aula2.pdf>. Acessado em 22 de junho de 2016.

GONÇALVES, Giuliana, FARIAS, Josué, GONÇALVES, Tatiana. Radioatividade X Radiação. Disponível em: <<http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/app.upload/86/RadiacaoXRradioatividade.pdf>>. Acesso em 03 de outubro de 2016.

INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRGS. Glossário. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/radio/glossario.htm>>. Acessado em 22 de junho de 2016.

MODELO ATÔMICO. Disponível em: <<http://modeloatomico3.blogspot.com.br/2011/04/o-atual-modelo-atomico.html>>, Acessado em 17 de Junho de 2016.

NERY, Ana Luiza Petillo. Para viver Juntos: ciências, 9º ano : ensino fundamental / Ana Luiza Petillo Nery, Gustavo Isaac killner.—3. Ed.—São Paulo : Edições SM, 2012.—(Para Viver Juntos).

NISENBAUM, M. A. *Estrutura Atômica*. Disponível em: <http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_estrutura_atmica.pdf>. Acessado em 09 de Junho de 2016.

OLIVEIRA, Ótom Anselmo de; FERNANDES, Joana D’Arc Gomes. O modelo atômico atual e os números quânticos. Disponível em <<https://docente.ifrn.edu.br/denilsonmaia/o-modelo-atomico-atual>>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

PEDUZZI, I. O. Q. Evolução dos Conceitos da Física. Material Instrucional do Curso de Licenciatura em Física na Modalidade a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011. Livro 3 _ Peduzzi: Do átomo grego ao átomo de Bohr, pág. 43.

PIOVEZAN, Pamela. Bê-A-Bá Nuclear: radioisótopos, radiação, atividade, decaimento radioativo, calor de decaimento. Disponível em: <<http://conhecerparadebater.blogspot.com.br/2011/03/be-ba-nuclear-radioisotopos-radiacao.html>>. Acessado em 19 de junho de 2016.

PIRES, Gustavo M., ALVES, Rodrigo Mendes. Portal da Radiologia. Disponível em: <http://portaldaradiologia.com/?page_id=823>. Acesso em 04 de outubro de 2016.

RAFAELA, Agnes. Isótopos, isóbaros e isótonos – Classificação dos átomos. Disponível em: <<http://www.estudopratico.com.br/isotopos-isobaros-e-isotonos-classificacao-dos-atomos/>>. Acesso em 05 de abril de 2017.

RAMALHO JUNIOR, Francisco, 1940- Os fundamentos da física / Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo soares. —8 ed. Ver. E ampl.—São Paulo : Moderna, 2003.—v. 3. Eletricidade, física moderna e análise dimensional.

SILVA, Cleiton. Questões de vestibulares. Disponível em: <<http://tudodeconcursos.evestibulares.blogspot.com.br/2014/01/questoes-resolvidas-de-vestibular-sobre.html>>. Acesso em 26 de setembro de 2016.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Ondas eletromagnéticas: Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/caracteristicas-das-ondas-eletromagneticas.htm>>. Acesso em 30 de setembro de 2016.

VIANA, Edivan da Silva. Ensino de Radioatividade: utilização de vídeos como ferramentas pedagógicas. Disponível em: <<http://bd.centro.iff.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/75/Vers%C3%A3o%20final%20do%20artigo%20-%20Edivan%20Viana..pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 05 de outubro de 2016.

YAMAMOTO, Kazuhito. Física para o ensino médio 3 – Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke.—3 ed.—São Paulo : Saraiva, 2013.

YOUNG, Hugh D. Física IV: Ótica e Física moderna / Young e Freedman;[colaborador A. Lewis Ford] ; tradução Cláudia Martins; revisão técnica Adir Moysés Luiz.. São Paulo : Addison Wesley, 2009. 12ª edição.

GLOSSÁRIO

Átomo: É uma unidade básica de matéria que consiste num núcleo central de carga elétrica positiva envolto por uma nuvem de elétrons de carga negativa.

Decaimento: Acontece quando isótopos instáveis têm seus núcleos rompidos em razão da instabilidade atômica, buscando a instabilidade.

Customizado: É adaptar ou adequar algo de acordo com o gosto ou necessidade de alguém.

Espectrômetro: É um instrumento óptico utilizado para medir as propriedades da luz em uma determinada faixa do espectro eletromagnético.

Frequência: É uma grandeza física que indica o número de ocorrências de um evento (ciclos, voltas, oscilações etc) em um determinado intervalo de tempo.

Comprimento de onda: É a distância entre valores repetidos sucessivos num padrão de onda.

Partícula: É qualquer parte ou corpo muito pequeno.

Molécula: É um grupo de átomos, iguais ou diferentes

Fótons: É o quantum da radiação eletromagnética (incluindo a luz).

Hipótese: É uma suposição de algo que pode ou não ser verdade.

Teoria: Conjunto de regras ou leis sistematizado.

Corpúsculo: É denominado como partícula pequena de corpos.

ANEXOS



O objetivo desse questionário é avaliar os conhecimentos prévios dos discentes sobre a radioatividade e suas aplicações. O mesmo será parte integrante do meu Trabalho de Conclusão de Curso do mestrado profissionalizante em ensino de Física, **Tecnologia Nuclear e suas Aplicações**. Suas respostas serão de extrema relevância para realização do mesmo. Para responder esse questionário não necessita de identificação. Marque um “X” no(s) item(ns) que você acha correto e escreva de acordo com seus conhecimentos as questões discursivas.

QUESTIONÁRIO DE TECNOLOGIA NUCLEAR

Questão 1 – O que é Radioatividade?

Questão 2 – Você já ouviu falar sobre radioatividade?

() Não () Sim

Para os que responderam sim, onde você ouviu falar?

() Na escola, com seu professor;

() Na televisão;

() No rádio;

() Pela Internet;

() Através de amigos;

() Outros meios. Qual(is)? _____

Questão 3 – A que item(ns) a seguir você associa ao uso da Radioatividade?

() Medicina, no tratamento de doenças;

() Bomba atômica, utilizado em guerra;

() Agricultura, no controle de pragas;

() Em inspeção de aviões, na prevenção de acidentes;

- ☐ Na esterilização de seringas e material cirúrgico;
- ☐ Acidente nuclear;
- ☐ Na estimativa de datas de fósseis;
- ☐ Na geração de energia elétrica;
- ☐ Outros. Qual(is)_____

Questão 4 – Para nossa sociedade, você entende radioatividade como algo que possui:

- ☐ Apenas aspectos positivos ☐ Apenas aspectos negativos
- ☐ Tanto aspectos positivos e negativos

Por quê? _____

Questão 5 – Com a evolução da tecnologia nuclear, muitas coisas podem ser transformadas em nossa sociedade, você acredita que teremos?

- ☐ Mais benefícios ☐ Mais guerras ☐ Mais desperdício de dinheiro
- ☐ Outros. Qual(is)_____

Questão 6 – Para você a tecnologia nuclear tem alguma utilidade na agricultura e na indústria?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Outros

Questão 7 – Algum familiar ou conhecido já precisou de algum tratamento médico que envolvesse radioatividade?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Não sei

Questão 8 – Uma pessoa que tomou radiação pode passar essa radiação para outra pessoa?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Não sei

Questão 9 – Você comeria um alimento que fosse irradiado?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Não sei

Questão 10 – A ciência nuclear é uma das maiores descoberta do homem. Quando você escuta falar sobre aplicações que envolvam essa ciência, o que primeiro lhe vem em mente?

- ☐ Algo temeroso, preste a destruir a humanidade ☐ Algo bom, revolucionário.

Cite uma ou mais dessas características:_____

Questão 11 – A tecnologia nuclear é um dos mecanismos mais eficazes na produção de energia elétrica. No Brasil temos usinas nucleares, e as mesmas podem se expandir por diversas partes do Brasil. Você concorda com a instalação de uma dessas usinas em nossa região?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Outros

Questão 12 – O uso de inovações voltadas a Tecnologia Nuclear traz sem dúvidas a certeza de grandes contribuições e uma possibilidade de destruição da própria humanidade, caso não seja utilizada de forma correta. Na sua concepção o uso dessas descobertas melhorará a vida do ser humano?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Não sei

Questão 13 – Muitas facilidades surgiram durante esses últimos anos a partir do uso de novas tecnologias. Foram implantadas diversas torres de transmissão, as quais emitem ondas eletromagnéticas, isso para aumentar o acesso à informação. Você moraria próximo de uma torre de transmissão?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Não sei

Questão 14- As ondas eletromagnéticas trazem algum risco a nossa saúde?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez ☐ Nunca ☐ Não sei



Universidade Federal de Sergipe



O objetivo desse questionário é avaliar os conhecimentos adquiridos após a aplicação do produto educacional e perceber as possíveis reestruturações mentais dos discentes sobre a radioatividade e suas aplicações. O mesmo será parte integrante do meu Trabalho de Conclusão de Curso do mestrado profissionalizante em ensino de Física, **Tecnologia Nuclear e suas Aplicações**. Suas respostas serão de extrema relevância para realização do mesmo. Para responder esse questionário não necessita de identificação. Marque um “X” no(s) item(ns) que você acha.

QUESTIONÁRIO DE TECNOLOGIA NUCLEAR

Questão 1 – O que é Radioatividade?

- a) A radioatividade não está relacionada à emissão de radiação.
- b) São apenas ondas de baixa frequência, sendo estas inofensivas para o ser humano.
- c) É a capacidade de um determinado elemento químico instável tenha de liberar partículas ou radiação eletromagnética.
- d) É denominada somente como onda eletromagnética.
- e) É definida apenas como uma partícula.

Questão 2 – Assinale a alternativa que melhor representa algumas das utilidades do uso da Radioatividade.

- a) Na medicina, agricultura e em concertos de peças de PVC.
- b) Esterilização de seringas, em animais para estimular o crescimento e em guerras.
- c) Na geração de energia elétrica, bomba atômica e medicina.
- d) Bomba atômica, ondas do mar e medicina.
- e) Na estimativa de datas de fósseis, inspeção de aviões e par adocicar as frutas.

Questão 3 – Com a evolução da tecnologia nuclear, muitas coisas podem ser transformadas em nossa sociedade. Um exemplo disso é o uso na medicina, o qual nos possibilita ter diagnósticos e até tratamentos envolvendo o uso de radiações. Em sua nova visão de mundo, qual seria a resposta mais adequada para tais procedimentos?

- a) O uso desses tipos de radiações não afetam o corpo do ser humano com tanta agressividade.

- b) O uso desses tratamentos não são eficazes.
- c) Buscar melhores alternativas, pois essas não resolvem e acabam acelerando a morte do indivíduo.
- d) Esse é sim o melhor meio de diagnosticar enfermidades e chegar a possíveis curas.
- e) Isso só apareceu agora em nossa sociedade e sem controle, tornando-o muito perigoso.

Questão 4 – Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta:

- I. A radioatividade é considerada como um fenômeno nuclear.
 - II. O átomo não sofreu grandes evoluções no decorrer no tempo.
 - III. Quando um núcleo instável fica estável, ele libera partículas alfa e beta e radiação gama.
- a) I, II e III
 - b) I e III
 - c) II e III
 - d) I e II
 - e) Nenhuma das afirmações estão corretas.

Questão 5 – O uso de inovações voltadas a tecnologia nuclear traz sem dúvidas a certeza de grandes contribuições e a possibilidade de destruição da própria humanidade, caso não seja utilizada de forma correta. Assinale a alternativa que não se adéqua positivamente com sua utilidade.

- a) Essa tecnologia salva vidas, pois ajuda no diagnóstico precoce de várias doenças.
- b) Em países desenvolvidos fabricam a bomba atômica, sendo assim uma ameaça constante para toda a humanidade.
- c) Durante um bom tempo temia-se a picada o mosquito Zica vírus, pois esse causa doenças terríveis ao ser humano. O uso da radiação foi uma forte aliada contra a reprodução desse mosquito.
- d) É possível tirar raio X de aviões, para evitar acidentes.
- e) Alimentos irradiados duram mais.

Questão 6 – Algum familiar ou conhecido já precisou de algum tratamento médico que envolvesse radioatividade? Certamente sim. O que você verificou quando o indivíduo iniciou o tratamento de radioterapia.

- a) Que o indivíduo ficou frágil diante de tais tratamentos e que não vale a pena prosseguir.
- b) Que de nada adianta cuidar, pois não tem cura determinadas doenças.

- c) Esse tratamento não mata nenhum tipo de célula cancerígena.
- d) Não deixaria nenhum amigo ou familiar ser submetido a tais tratamentos.
- e) Vale a pena, pois toda doença que é tratada no início esses tratamentos são extremamente eficazes, trazendo a cura ao paciente.

Questão 7 – A radioatividade é um fenômeno nuclear, no qual átomos de certos elementos químicos emitem radiação na forma de partículas ou energia. Indique-as em ordem crescente de penetração na matéria.

- a) Alfa, Beta e Gama.
- b) Alfa, Gama e Beta.
- c) Beta, Alfa e Gama.
- d) Gama, Beta e Alfa.
- e) Beta, Alfa e Gama